

Landasan Pendidikan Sains

Kartimi

LANDASAN PENDIDIKAN SAINS

Kartimi



CV. Zenius Publisher

2021

Landasan Pendidikan Sains

Penulis: Dr. Kartimi, M.Pd

ISBN: 978-623-96874-6-5

18,2 x 25,7 cm | vi + 231 halaman

Desain Sampul: Ahmad Zaeni

Desain Layout: Onwardono Rit Riyanto

Penerbit: CV. Zenius Publisher

Anggota IKAPI

Alamat Redaksi:

Desa Waruroyom, Depok Kabupaten Cirebon, Jawa Barat 45155

Hp/Telp: 082240873777

email: zenius955@gmail.com

Cetakan Pertama, Juli 2021

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit.

Kata Pengantar

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala karunia-Nya sehingga buku ini dapat terbit. Buku Landasan Pendidikan Sains ini diterbitkan dalam rangka partisipasi penyebaran ilmu pengetahuan sebagai tambahan sumber bacaan dalam mempelajari hakikat dan perkembangan sains.

Perkembangan ilmu pengetahuan senantiasa terus berkembang seiring perubahan zaman. Tak terkecuali ilmu pengetahuan MIPA yang telah banyak terjadi perkembangan pesat. MIPA disanjung sebagai dasarnya suatu ilmu pengetahuan dapat berkembang maju seperti saat ini. Ilmu matematika membantu menata ide lebih sistematis, logis, dan terukur untuk menciptakan berbagai produk sesuai zamannya.

Peranan MIPA yang digunakan sebagai konsep, prinsip, hukum, dan definisi sebagai pondasi terjadinya perkembangan ilmu pengetahuan yang kian semakin pesat. Kedinamisan ilmu sains telah mampu menciptakan berbagai produk karya manusia yang semakin maju dan canggih. Dalam beberapa dekade terakhir perkembangan teknologi tak terlepas dari konsep ilmu pengetahuan MIPA yang merefleksikan sebagai produk nyata yang dapat digunakan sebagai alat bantu penyelesaian masalah di berbagai aspek kehidupan.

Buku ini hadir sebagai pedamping dari referensi lainnya untuk memperkaya sumber bacaan. Beberapa kajian konsep yang disajikan dalam buku ini meliputi sejarah ilmu pengetahuan alam, sumber dan metode ilmu pengetahuan, hakikat sains, hakikat pendidikan dan pendidikan MIPA, peranan matematika dalam MIPA, hubungan IPA dan

teknologi, keterampilan matematika, IPA, dan teknologi , literasi sains. Secara garis besar buku ini membahas tentang landasan pendidikan sains yang disusun dari berbagai perseptif.

Semoga buku ini memberikan manfaat dan memberikan sumbangsih dalam perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di Indosnesia. Buku ini tentu masih terdapat kekurangan dan masih perlu ditingkatkan kualitas isinya. Oleh karena itu, masukan dan saran dari semua pihak yang memberikan motivasi positif akan senantiasa penulis tunggu demi perubahan lebih baik. Penulis meminta maaf atas segala kekurangan yang masih ada dalam buku ini.

Cirebon, Juni 2021

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
BAB 1 SEJARAH ILMU PENGETAHUAN DAN SAINS	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Pengertian Ilmu Pengetahuan dan Sains.....	2
C. Sejarah Ilmu Pengetahuan dan Sains	4
D. Macam-Macam Ilmu Pengetahuan.....	10
E. Dampak Keberadaan Ilmu Pengetahuan Sains bagi Kehidupan Manusia	14
BAB 2 SUMBER-SUMBER DAN METODE PENCARIAN ILMU PENGETAHUAN DAN SAINS.....	17
A. Pendahuluan.....	17
B. Pengertian Ilmu Pengetahuan Sains	17
C. Hakikat Ilmu Pengetahuan.....	19
D. Sumber-Sumber Ilmu Pengetahuan.....	21
E. Metode Pencarian Ilmu Pengetahuan.....	24
F. Pandangan Perkembangan Ilmu Pengetahuan Secara Modern.....	26
BAB 3 ILMU PENGETAHUAN ALAM DI MASA DEPAN	29
A. Pendahuluan.....	29
B. Perkembangan Ilmu Sains dan Teknologi.....	30
C. Karakteristik Sains dan Teknologi	35
D. Ilmu Pengetahuan Alam Sebagai Dasar Perkembangan Teknologi	37
E. Perkembangan Sains dan Teknologi di Berbagai Negara	39
BAB 4 SAINS DI MASYARAKAT	43
A. Pendahuluan.....	43
B. Peranan dan Tanggung jawab Ilmuan di Masyarakat.....	44

C. Keterikatan Teknologi Sains Bebas di Masyarakat.....	46
D. Peran Penting Pendekatan Sains dan Teknologi di Masyarakat	47
E. Sains Teknologi Masyarakat Menurut Prespektif Islam	49
F. Pendekatan dan Pemanfaatan Sains Teknologi Masyarakat di Masa Pandemi Covid-19	50
BAB 5 HAKIKAT SAINS	53
A. Pendahuluan.....	53
B. Definisi Hakikat MIPA	54
C. Tujuan Hakikat MIPA.....	55
D. Aspek Hakikat MIPA	56
E. Karakteristik Hakikat MIPA.....	57
F. Peran Matematika Terhadap IPA	58
G. Peran dan Aplikasi Matematika dalam Biologi	59
H. Peran dan Aplikasi Matematika dalam Fisika.....	60
I. Peran dan Aplikasi Matematika dalam Kimia.....	60
J. Nilai-Nilai Hakikat MIPA	60
BAB 6 HAKIKAT PENDIDIKAN DAN PENDIDIKAN MIPA	63
A. Pendahuluan	63
B. Pengertian Pendidikan	64
C. Hakikat Pendidikan dan Pendidikan MIPA	65
D. Pentingnya Memahami Hakikat Pendidikan.....	68
E. Konsep Hakikat Sains/IPA	69
F. Hakikat Pembelajaran IPA.....	72
G. Hakikat Guru dan Tugas Guru IPA	73
BAB 7 PERANAN MATEMATIKA DALAM IPA	77
A. Pendahuluan.....	77
B. Konsep Ilmu Pengetahuan Alam.....	79
C. Konsep Matematika	80
D. Peranan Matematika dalam IPA.....	81

BAB 8 HUBUNGAN IPA DAN TEKNOLOGI	87
A. Pendahuluan.....	87
B. Pengertian IPA dan Pengertian Teknologi	88
C. Pengertian Teknologi.....	91
D. Hubungan Perkembangan IPA dan Teknologi.....	93
E. Peranan Perkembangan IPA dan Teknologi.....	95
F. Dampak Perkembangan IPA dan Teknologi.....	97
BAB 9 KETERAMPILAN MATEMATIKA, IPA, DAN TEKNOLOGI	105
A. Pendahuluan.....	105
B. Pengertian Keterampilan Matematika.....	106
C. Dasar-Dasar Keterampilan Matematika	109
D. Keterampilan Proses Sains	120
E. Keterampilan Generik	126
F. Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	129
BAB 10 KETERAMPILAN IPA DAN TEKNOLOGI	133
A. Pendahuluan.....	133
B. Pengertian IPA dan Teknologi	134
C. Keanekaragaman IPA dan Teknologi dalam Pembelajaran	137
D. Pengaruh Perkembangan IPA dan Teknologi terhadap Keterampilan Pembelajaran	145
BAB 11 MIPA UNTUK PENGEMBANGAN PENGETAHUAN, PROBLEM SOLVING, SIKAP, DAN KETERAMPILAN	151
A. Pendahuluan.....	151
B. MIPA untuk Pengembangan Pengetahuan.....	152
C. MIPA untuk Pengembangan Pengetahuan Problem Solving ..	154
D. MIPA untuk Pengembangan Pengetahuan Sikap dan Keterampilan	155
BAB 12 MIPA SEBAGAI TUJUAN PENDIDIKAN	159
A. Pendahuluan.....	159
B. Hakikat MIPA	160

C. Hakikat Pendidikan MIPA	160
D. Peran Pendidikan MIPA.....	161
E. MIPA Sebagai Tujuan Pendidikan	161
F. Ciri Khusus Pendidikan MIPA.....	163
BAB 13 METODE ATAU PENDEKATAN MIPA	165
A. Pendahuluan.....	165
B. Pengertian Metode atau Pendekatan	166
C. Pengertian Matematika	167
D. Pengertian Ilmu Sains	169
E. Metode Pembelajaran MIPA	171
F. Pendekatan Pembelajaran MIPA.....	175
BAB 14 LITERASI SAINS	183
A. Pendahuluan.....	183
B. Definisi Literasi Sains.....	184
C. Urgensi Literasi Sains	187
D. Karakteristik Pelajar yang Melek Sains	190
E. Komponen dan Aspek-Asepek dalam Litereasi Sians	195
F. Peranan Literasi Sains dalam Pendidikan	198
BAB 15 NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS	201
A. Pendahuluan.....	201
B. Pengertian <i>Next generation Science Standards</i> (NGSS)	202
C. Tujuan <i>Next generation Science Standards</i> (NGSS)	204
D. Pengertian <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i> (STEM)	205
E. Dimensi <i>Next generation Science Standards</i> (NGSS)	208
Daftar Pustaka	219
Biografi Penulis	220

A. Pendahuluan

Pengetahuan merupakan seluruh hal yang diketahui oleh manusia tentang sesuatu obyek tertentu yang di dalamnya termasuk juga ilmu. Adapun ilmu merupakan bagian dari pengetahuan yang diketahui oleh manusia sebagai hasil dari metode ilmiah berupa berpikir secara logis, berpikir induktif, serta sistematis.

Dengan adanya pengetahuan dan ilmu, tentulah melahirkan sesuatu kolerasi yang disebut dengan ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan merupakan kebenaran yang diperoleh melalui kesimpulan logis dari pengamatan empirif yang dihasilkan dari cara berpikir logis dan berpikir induktif. Hal ini didasarkan kepada asas induksi, yang mana bahwa suatu hal yang kelihatannya telah terjadi beberapa kali, hampir pasti selalu terjadi lagi dan dapat dipakai sebagai fakta dasar atau hukum yang dapat memungkinkan dihasilkannya suatu struktur teori yang kuat.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan sains pun tidak pernah terlepas dari sejarahnya. Hal ini ditandai dengan adanya berbagai zaman-zaman perkembangan ilmu pengetahuan yang unik dan memiliki ciri tersendiri di setiap masanya. Contohnya yaitu adanya Zaman Pra Yunani Kuno yang ditandai dengan penggunaan batu sebagai peralatan manusia. Adapun Zaman Yunani Kuno munculnya para ilmuan seperti Thales dan Phytagoras. Hingga zaman sekarang yaitu Zaman Kontemporer sebagai lanjutan dari Zaman Modern dimana

perkembangan ilmu pengetahuan dan sains telah berkembang dengan begitu pesat, hingga dapat menghasilkan berbagai macam alat-alat canggih yang memudahkan kehidupan manusia yang selanjutnya disebut sebagai teknologi.

Melihat hal tersebut, penulis mencoba untuk mengupas berbagai aspek dari sejarah perkembangan ilmu pengetahuan dan sains sebagai pembelajaran bagi mahasiswa, terutama mahasiswa biologi yang tentu erat kaitannya dan selalu merasakan perkembangan ilmu pengetahuan dan sains terlebih lagi dalam proses pembelajaran biologi. Dengan ditulisnya makalah ini, diharapkan agar pembaca mendapatkan banyak ilmu yang bermanfaat terlebih dalam pemahaman mengenai Sejarah Ilmu Pengetahuan dan Sains.

B. Pengertian Ilmu Pengetahuan dan Sains

Pengetahuan adalah sesuatu yang sudah diketahui oleh manusia yang dapat diperoleh dengan metode ilmiah ataupun melalui pengalaman sehari-hari dan berupa informasi yang kita terima dari seseorang yang memiliki kewibawaan atau otoritas tertentu. Adapun Ilmu adalah bagian dari pengetahuan yang diperoleh dengan metode ilmiah berupa metode berpikir deduktif dan induktif. (Soelaiman, 2019)

Ilmu pengetahuan sebagai bagian dari pengetahuan ini, merupakan keseluruhan sistem pengetahuan manusia yang telah dibakukan secara sistematis. Menurut para ahli, contohnya dalam ENSIE disebutkan bahwa ilmu adalah keseluruhan dari kebenaran-kebenaran yang terikat antara yang satu dengan yang lainnya secara sistematis. (Soelaiman, 2019)

Adapun pengertian ilmu pengetahuan menurut (Ziman, 1980) menyebutkan bahwa Ilmu pengetahuan adalah kebenaran yang diperoleh melalui kesimpulan logis dari pengamatan empiris yang dihasilkan dari cara berpikir logis dan berpikir induktif. Definisi ini didasarkan kepada asas induksi, yang mana yaitu bahwa suatu hal yang kelihatannya telah terjadi beberapa kali, hampir pasti selalu terjadi lagi dan dapat dipakai sebagai fakta dasar atau hukum yang dapat memungkinkan dihasilkannya suatu struktur teori yang kuat. (Soelaiman, 2019)

Ilmu pengetahuan ini berupa himpunan informasi pengetahuan ilmiah tentang gejala yang dapat dilihat, dirasakan, atau dialami oleh manusia. Gejala-gejala tersebut dapat berupa gejala alam, gejala sosial, dan gejala pikir. Contoh dari gejala alam ini yaitu angin, air, gempa bumi, ombak, gerak suatu benda, dll. Adapun contoh dari gejala sosial yaitu masyarakat bangsa, unjuk rasa, kemiskinan, kemakmuran, keterasingan, kesenjangan, dll. Sedangkan gejala pikir ini merupakan gejala yang abstrak wujudnya, seperti konsep-konsep tentang bilangan dan himpunan di dalam matematika. (The Liang Gie, 1991)

Masalah yang menjadi suatu perhatian dalam aktifitas ilmu pengetahuan yaitu pencarian dan perumusan kejelasan mengenai struktur, fungsi, dan pola perilaku dari gejala-gejala ilmu pengetahuan. Baik dari gejala alam, gejala sosial, maupun gejala pikir. Sehingga hasil dari kegiatan penerapan ilmu pengetahuan ini mencakup dua hal, yaitu teori dan kesimpulan. Adapun teori merupakan penjelasan dari suatu gejala tersebut. Sedangkan kesimpulan merupakan hasil observasi dari penjelasan suatu gejala tersebut. Apabila suatu kesimpulan atau hasil

observasi dari penjelasan gejala alam disebut dengan hukum, maka kesimpulan atau hasil observasi dari penjelasan gejala pikir dan gejala pikiran ini disebut dengan dalil. (The Liang Gie, 1991)

Membahas mengenai sains, pada masa lampau, orang-orang akan memandang sains ini sebagai suatu susunan informasi ilmiah. Sedangkan Para Ilmuan akan memandang sains sebagai suatu metode yang dekat dengan hipotesis yang akan ia uji. Adapun seorang filsuf akan memandang sains sebagai suatu rangkaian tanya-jawab dari kebenaran yang telah diketahui manusia. Ditinjau dari sisi historisnya, Sains merupakan ilmu pengetahuan biasa yang lambat laun berubah menjadi ilmu pengetahuan rasional yang lepas dari takhayul dan kepercayaan, yang kemudian berkembang menjadi pengetahuan yang diperoleh melalui metode ilmiah. (Sudarmin, 2015)

C. Sejarah Ilmu Pengetahuan dan Sains

Pada dasarnya sejarah perkembangan ilmu pengetahuan sejak dahulu hingga sampai saat ini tidak terjadi secara tiba-tiba atau mendadak, melainkan terjadi secara sedikit demi sedikit dan bertahap serta evolutif. Demi memahami sejarah perkembangan ilmu pengetahuan ini, terlebih dulu wajib untuk melakukan pembagian atau suatu klasifikasi yang dilaksanakan secara periodik. Lantaran setiap periode menampilkan karakteristik tertentu pada perkembangan ilmu pengetahuan. Hingga sampai saat ini, sudah banyak ilmuan yang mengadakan klasifikasi perkembangan ilmu pengetahuan. (Semiawan, 1986)

Pada hakikat dasarnya kajian mengenai sejarah perkembangan ilmu pengetahuan, cakupannya sangatlah luas dan sangat lama. Idealnya sejarah merupakan rekam jejak mengenai semua rentetan peristiwa yang sudah terjadi, yang berfungsi untuk memaparkan segala sesuatu sesuai fakta yang ada tanpa adanya penyimpangan sedikitpun, tetapi pada kenyataannya seringkali sejarah hanya mengungkap Sebagian saja atau tidak utuh menurut rentetan peristiwa tersebut dan tidak dapat bisa lepas sepenuhnya dari pengaruh-pengaruh keadaan sosial politik tertentu. Bahkan sejarah yang dimaksud merupakan sejarah atau periodisasi mengenai perkembangan ilmu pengetahuan yang membentuk faktor utama dalam kehidupan manusia. Maka perlu adanya upaya yang benar-benar dalam mengungkap fakta maupun berita sejarah yang ada. (Karim, 2014)

Dalam konsepsi agama islam, yakni pada landasannya adalah Al-qur'an menyatakan bahwa ilmu pengetahuan lahir sejak diciptakannya manusia pertama yaitu Adam. (Al-Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 30-33). Setelah itu berkembang menjadi sebuah ilmu yang dinamakan ilmu pengetahuan. Pada hakekatnya ilmu pengetahuan dilahirkan karena hasrat ingin tahu dalam diri manusia itu sendiri. Hasrat ingin tahu tersebut timbul karena tuntutan dan kebutuhan dalam kehidupan yang terus berkembang semakin pesat. (Karim, 2014)

Menurut (George,1991) menyatakan bahwa Manusia menjadi lebih proaktif dan kreatif menjadikan alam sebagai objek penelitian dan pengkajian. Secara teoritis perkembangan ilmu pengetahuan selalu mengacu pada peradaban Yunani. Hal ini didukung oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu adanya mitologi bangsa Yunani, kesusastaan

bangsa Yunani, dan pengaruh ilmu pengetahuan pada saat itu yang telah sampai pada Timur Kuno. Terjadinya perkembangan ilmu pengetahuan di setiap periode tersebut dikarenakan pola pikir manusia yang mengalami alterasi atau perubahan berdasarkan mitos-mitos menjadi lebih rasional

Sejarah sains merupakan pelajaran mengenai sejarah perkembangan sains dan pengetahuan ilmiah, dan hal tersebut termasuk ilmu alam dan ilmu sosial. (sejarah seni dan humaniora dianggap menjadi sejarah filologi) Dari abad ke-18 hingga akhir abad ke-20, sejarah sains, khususnya ilmu fisika dan biologi, tidak jarang tersaji pada narasi progresif yang mana teori yang benar menggantikan keyakinan yang salah. (Golinski, 2001) Interpretasi sejarah yang lebih baru, misalnya menurut Thomas Kuhn, mendeskripsikan sejarah sains pada kata yang lebih bernuansa, misalnya paradigma-paradigma yang saling bersaing atau sistem konseptual pada matriks yang lebih luas yang meliputi tema intelektual, budaya, ekonomi dan politik di luar sains. (Kuhn, 1962)

Sains merupakan sekumpulan pengetahuan empiris, teoretis, dan pengetahuan praktis mengenai dunia alam, yang didapat dan dihasilkan melalui para ilmuwan yang menekankan pengamatan, penjelasan, dan prediksi dari fenomena di dunia nyata. Historiografi menurut sains, sebaliknya, tidak jarang sering kali mengacu dalam metode historis dari sejarah intelektual dan sejarah sosial. Namun pada kenyataannya, istilah *scientist* dalam bahasa Inggris relatif baru pertama kali diciptakan oleh William Whewell pada abad antara ke-19. Sebelumnya, orang yang memeriksa alam menyebut diri mereka sendiri

menjadi filsuf alam. Sementara pemeriksaan realitas menurut dunia alam sudah dijabarkan sejak Era Klasik (misalnya, oleh Thales, Aristoteles, dan lain-lain), dan metode ilmiah sudah dipakai semenjak Abad Pertengahan (misalnya, oleh Ibn al-Haytham, dan Roger Bacon), keluarnya sains modern terkadang ditelusuri kembali ke periode modern awal, selama masa yang dikenal menjadi Revolusi Ilmiah yang terjadi pada abad ke-16 dan ke-17 di Eropa. Metode ilmiah dipercaya begitu fundamental bagi sains modern sebagai akibatnya beberapa orang menduga penyelidikan-penyelidikan alam sebelumnya menjadi pra-ilmiah. Dalam hal ini secara tradisional, para sejarawan sains telah memberitahu dan mendefinisikan bahwa kajian sains ini cukup luas untuk mencakup penyelidikan-penyelidikan alam tersebut. (Sons, 2005)

Dari abad ke-18 hingga akhir abad ke-20, Sejarah perkembangan ilmu pengetahuan adalah hal yang menarik untuk dikaji. Sebab, hal ini terkait menggunakan kisah perjalanan peradaban dunia. Selain itu, dengan mengetahui dan memahami sejarah ilmu pengetahuan, maka dapat memahami asal usul sebuah pemikiran dan belajar mengenai hal yang baik dan buruk berdasarkan sejarah tersebut. Dengan demikian akan diperoleh sebuah konsep pengetahuan yang lebih baik dan modern demi meningkatkan pengetahuan manusia. Lantaran perkembangan ilmu pengetahuan (sains) tidaklah muncul dengan sendirinya.

Adapun sejarah perkembangan sains ini ditandai dengan beberapa zaman, diantaranya yaitu :

1. Pertama: Zaman Pra Yunani Kuno (abad ke 15-7 SM);

Pada Zaman Pra Yunani Kuno ini memiliki ciri ilmu pengetahuan yang ditandai dengan suatu peradaban manusia

yang menggunakan batu sebagai peralatan. Adapun proses ilmu pengetahuan yang digunakan yaitu trial atau mencoba dan error atau gagal. Warisan pengetahuan berdasarkan bagaimana yang dilandasi pengalaman empirik merupakan salah satu ciri pada zaman ini. Adapun kemampuan yang dimiliki oleh manusia pada Zaman Pra Yunani Kuno, yaitu :

- a) Berdasarkan pengalaman dan masih dihungkan dengan magis.
- b) Kemampuan menemukan abjad dan sistem bilangan alam sudah menampakkan perkembangan pemikiran manusia ke tingkat abstraksi.
- c) Kemampuan menulis, berhitung, menyusun kalender yang didasarkan atas sintesa terhadap hasil abstraksi yang dilakukan.
- d) Kemampuan meramalkan peristiwa-peristiwa sebelumnya yang pernah terjadi. Misalnya: gerhana bulan dan matahari.

2. Zaman Yunani Kuno (abad ke 7-2 SM).

Pada Zaman Yunani Kuno ini dipandang sebagai zaman keemasan filsafat, yang mana pada zaman ini orang-orang memiliki kebebasan untuk mengungkapkan ide-ide atau pendapat yang mereka miliki. Tokohnya diantaranya Thales, Phytagoras, Socrates, Leucippus, Plato, Aristoteles. (Tim Dosen UGM, 1996).

3. Zaman Pertengahan (abad 2-14 M)

Zaman ini ditandai dengan tampilnya para teolog di bidang ilmu pengetahuan, sehingga aktivitas ilmiah terkait dengan aktivitas keagamaan. Semboyan pada masa ini adalah *Ancilla Theologia*, ilmu adalah sebagai abdi agama. (Tim Dosen UGM, 1996)

4. Zaman Renasaince (abad 4-17 M).

Zaman ini dikenal sebagai era kebangkitan kembali pemikiran yang bebas dari dogma-dogma agama. Renaissance ialah zaman peralihan ketika kebudayaan abad tengah berubah menjadi suatu kebudayaan modern. Adapun ilmuan yang terkenal pada Zaman Renasaince ini, diantaranya yaitu : Roger Bacon, Copernicus Tycho Brahe, Johannes Keppler, Galileo Galilie. (Fauzi & Chudzalifah, 2019)

5. Zaman Modern (abad ke 17-19 M).

Zaman ini ditandai dengan berbagai penemuan ilmiah. Tokoh yang dikenal antara lain Rene Descartes, Isaac znewton, Charles Darwin dan J.J Thomposon. (Tim Dosen UGM, 1996)

6. Zaman Kontemporer (abad ke 20 dst.).

Pada zaman ini diantara ilmu-ilmu khusus yang dibicarakan oleh para filosof, bidang fisika menempati kedudukan paling tinggi. Fisika dipandang sebagai ilmu pengetahuan yang subjek materinya mengandung insur-unsur fundamental yang membentuk semesta. Adapun seorang Fisikawan yang terkenal dan termashur pada zaman ini yaitu Albert Einstein. Dan dapat disimpulkan bahwa dari periodisasi sejarah perkembangan ilmu pengetahuan bahwa apa yang

disebut ilmu pengetahuan, diletakkan pada dua dimensi, yaitu dimensi struktural dan dimensi fenomenal.

Secara garis besar perkembangan sains Islam dapat dibagi menjadi tiga tahap. Yakni pertama adalah pewarisan dan penerjemahan. Pada masa ini dilakukan pengumpulan berkas-berkas penulisan pengumpulan Yunani untuk kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Arab. Institusi terkenal yang mengoleksi dan menerjemahkan tersebut salah satunya adalah Baitul Hikmah yang dibangun pemerintahan Khalifah Al-Ma'mun dari Dinasti Abbasiyah. Tahap kedua adalah pengklasifikasian cabang-cabang ilmu kemudian merumuskan metode ilmiah dalam mempelajari dan membuktikannya. Tahap ketiga adalah pengembangan dan penemuan ilmu-ilmu pengetahuan baru. (Tim Dosen UGM, 1996)

D. Macam-macam Ilmu Pengetahuan

Dikutip dari (Surajiyo, 2008) salah satu bagian penggolongan jenis ilmu yang banyak dikemukakan oleh para pakar merupakan pembedaan segenap pengetahuan ilmiah pada dua kelas yang istilahnya saling berlawanan. Hal ini tampak sederhana sehingga tidak sulit dipahami, akan tetapi pada umumnya tidak merincikan berbagai cabang ilmu, hanya umumnya diberikan contoh ilmu apa yang termasuk kedalam masing-masing kelompok. Penggolongan ilmu adalah sebagai berikut:

a. Ilmu Formal dan Ilmu Nonformal

Suatu ilmu disebut Ilmu Formal dikarenakan ilmu itu dalam seluruh aktivitasnya tidak bertujuan menyelidiki data-data inderawi

yang konkret dan valid. Contohnya pada matematika dan filsafat. Suatu ilmu dikatakan Ilmu Nonformal karena di dalam ilmu ini pengetahuan inderawi memainkan peranan sentral atau utama. Ilmu tersebut dalam seluruh kegiatannya berusaha menyelidiki secara sistematis dengan data-data inderawi yang konkret. Beberapa contohnya yakni ilmu hayat, ilmu alam, dan ilmu manusia.

b. Ilmu Murni dan Ilmu Terapan

Ilmu Murni adalah suatu ilmu yang bertujuan untuk meraih kebenaran demi kebenaran (teoretis). Contohnya adalah matematika dan metafisika. Ilmu Terapan adalah ilmu yang tujuannya untuk dipraktikkan atau diambil manfaatnya (praktis). Misalnya pada ilmu ekologi, ekonomi, sosiologi, kedokteran, hukum, teknik, psikologi dan administrasi.

c. Ilmu Nomotetis dan Ilmu Idiografis

Suatu Ilmu Nomotetis merupakan ilmu yang pokok pembahasannya adalah gejala pengalaman yang dapat diulangi secara berkala dan hanya merupakan kasus-kasus yang memiliki hubungan dengan suatu hukum alam. Yang termasuk ke dalam ilmu ini adalah ilmu-ilmu alam, yang objek pengkajiannya merupakan fenomena alam atau gejala alam, yang erat dengan metode menerangkan atau menafsirkan. Ilmu Idiografis merupakan ilmu yang pokok pembahasannya merupakan pokok yang bersifat unik, individual yang hanya terjadi dalam sekali dan mencoba mengerti pokok tersebut menurut keunikannya. Termasuk dalam ilmu ini adalah beberapa ilmu

budaya, yang objek kajiannya merupakan produk manusiawi, yang didekati dengan cara memahami atau mengerti.

d. Ilmu Deduktif dan Ilmu Induktif

Ilmu dikatakan Ilmu Deduktif karena semua jalan keluar atau pemecahannya yang dihadapi dalam ilmu deduktif tidak didasarkan atas pengalaman inderawi (empiris), lain dengan atas dasar penjabaran atau deduksi. Deduksi adalah proses prosedur pemikiran yang melibatkan akal budi manusia dari pengetahuan-pengetahuan tentang hal-hal yang abstrak maupun umum, menyimpulkan mengenai hal-hal yang bersifat individual dan khusus. Salah satu contohnya adalah matematika. Suatu ilmu dikatakan Ilmu Induktif apabila penyelesaian problematika dalam ilmu yang bersangkutan dilandaskan atas pengalaman inderawi (empiris). Ilmu Induktif berbuat selalu atas dasar induksi, yakni proses-proses pemikiran yang tentunya melibatkan akal budi manusia dari pengetahuan-pengetahuan tentang situasi yang bersifat individual dan khusus serta menarik kesimpulan tentang situasi yang berkarakteristik umum dan abstrak. Misalnya adalah ilmu alam.

Adapun Menurut (Van Melsen, 1992) membedakan Ilmu pengetahuan menjadi beberapa ilmu empiris yakni (ilmu sejarah, ilmu alam dan ilmu-ilmu manusia) serta ilmu-ilmu nonempiris (matematika dan filsafat) sebagai berikut:

a. Ilmu alam

Suatu ilmu alam tersebut menjelaskan mengenai kenyataan bagi aspek-aspek yang dapat diinderawi secara langsung. Data inderawi ini wajib dipahami dan dimengerti sebagaimana tampaknya. Hal tersebut

dapat dilaksanakan melalui observasi ilmiah yang mempunyai objektivitas pada objek. Ilmu alam menganalisis kenyataan konkret menurut bagian-bagiannya yang dapat diulangi.

b. Ilmu sejarah

Ilmu sejarah merupakan ilmu yang menyangkut tentang sejarah manusia. Ilmu sejarah ini menganalisis segala sesuatu yang berhubungan mengenai tindakan manusiawi, yang dapat diungkapkan lewat peninggalan-peninggalan fisis. Karena sejarah mencakup semua kejadian-kejadian yang pernah berlangsung, alhasil ilmu sejarah tersebut tidak dapat mengadakan eksperimen.

c. Ilmu-ilmu manusia

Suatu ilmu manusia dapat dikatakan ilmu-ilmu tingkah laku (behavioral science) atau mengenai ilmu-ilmu sosial. Ilmu-ilmu manusia ini ditempatkan tersendiri di samping ilmu alam dan ilmu sejarah, dikarenakan ilmu sejarah maupun ilmu manusia melekat perbuatan serta tingkah laku pada manusia. Di samping hal tersebut, ilmu manusia juga memiliki persamaan dengan ilmu alam, dengan upayanya untuk menemukan secara khusus bagian-bagian yang dapat diulangi.

d. Matematika

Matematika dapat dikatakan ilmu non-empiris dan dalam bentuk abstrak yang dapat mempunyai peranan krusial atau penting dan dapat diaplikasikan bagi ilmu-ilmu empiris. Keabstrakan matematika tersebut dapat menyediakan berbagai struktur formal bagi ilmu-ilmu lainnya.

e. Filsafat

Suatu Filsafat merupakan ilmu non-empiris, yang berkedudukan sebagai kerangka sistematis yang umum, melihat adanya pandangan bahwa filsafat adalah ilmu sebagai induk semua ilmu lainnya. Dalam keanekaragaman ilmu tersebut dapat diteruskan eksplorasi jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang awal mulanya dikemukakan oleh filsafat.

E. Dampak Keberadaan Ilmu Pengetahuan Sains bagi Kehidupan Manusia

Ilmu pengetahuan dan sains merupakan suatu bagian yang tidak akan lepas dari kehidupan manusia dari awal peradaban sampai akhir kehidupan manusia. Ilmu pengetahuan dan sains akan selalu berkembang seiring perkembangan peradaban manusia di dunia. Jika melihat fenomena perkembangan peradaban manusia dari masa ke masa. Kita akan melihat dengan jelas bagaimana peran sains dalam kehidupan. Walaupun pada masa-masa awal, manusia belum memiliki konsep mengenai sains.

Pada masa-masa lampau seperti masa prasejarah perkembangan peradaban manusia ini hanya ditandai dengan adanya dengan logika berpikir sederhana dari fenomena-fenomena alam yang terjadi secara sederhana. Contohnya yaitu penemuan alat berburu sederhana pada masa prasejarah. Mungkin bagi orang sekarang yang hidup dalam masa modern, hal tersebut adalah hal yang sederhana, akan tetapi pada masa prasejarah tersebut penemuan itu adalah hal yang sangat revolusioner dan hebat. (Ariyanto, 2018)

Melihat peran ilmu pengetahuan dan sains yang sangat sentral dalam perkembangan peradaban, maka kini banyak sekali negara yang berlomba-lomba untuk mengembangkan perkembangan sains. Mereka percaya bahwa dengan majunya sains ini maka berimbas pada kemajuan bangsa tersebut. Dan memang benar faktanya demikian. Jika kita melihat sejarah dimana kemajuan sains sangat menentukan kemajuan bangsa bahkan dijadikan tolak ukur kemajuan bangsa. Jadi kita dapat menyimpulkan bahwa kemajuan sains berbanding lurus dengan kemajuan bangsa karena dapat meningkatkan kesejahteraan bangsa. (Ariyanto, 2018)

Adanya suatu ilmu pengetahuan dan sains tentulah memberi dampak yang signifikan bagi kehidupan manusia. Dampak tersebut bisa berbentuk dampak negatif dan dampak positif, adapun mengenai dampak positif diantaranya yaitu :

- a. Sains menjadi sumber pengetahuan yang selalu berkembang di masanya.
- b. Sains dapat menjadi pusat segala pertukaran informasi.
- c. Sains dapat memberikan informasi yang tepat, cepat, dan akurat.
- d. Pada bidang komunikasi, dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan sains, komunikasi sudah tidak mengenal batas antara jarak dan waktu.
- e. Pada bidang transportasi, dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan sains, transportasi dapat memberikan banyak pilihan jenis transportasi.

- f. Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan sains, menyebabkan manusia dengan memiliki berbagai variasi dalam hal kecepatan dalam melakukan aktifitas.

Sedangkan dampak negatif dari adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan sains, yaitu :

- a. Dengan adanya perkembangan pertukaran informasi yang begitu cepat dan tidak dapat terbendung, menyebabkan mulai maraknya terjadi kemerosotan moral manusia. Seperti banyak tersebarnya kebohongan dan penipuan.
- b. Dengan adanya perkembangan sains, tentulah berkembang juga teknologi. Adanya perkembangan ini secara tidak disadari manusia yang sedang dimanjakan oleh alat-alat yang terbentuk. Hal ini dapat menyebabkan manusia semakin malas karena semakin ringkasnya pekerjaan manusia yang di tangani oleh teknologi. (Ariyanto, 2018).

A. Pendahuluan

Pada dasarnya, manusia tidaklah mempunyai pengetahuan ketika baru dilahirkan. Mereka berinteraksi dengan alam sekitarnya dan menimbulkan pertanyaan apa, mengapa dan bagaimana? Lantas jawaban dari pertanyaan itu adalah sesuatu yang menghasilkan pengetahuan. Tetapi, terkadang manusia tidaklah pernah merasa puas dengan pengetahuan yang mereka terima. Sedangkan pertanyaan-pertanyaan yang ada pada dirinya itu semakin kompleks sehingga menjadikan manusia sosok yang terus berfikir mencari akan pengetahuan. Pengetahuan berkembang dari rasa ingin tahu, yang merupakan ciri khas pada manusia dimana manusia adalah salah satu makhluk yang mengembangkan pengetahuan secara sungguh-sungguh. Karena manusia merupakan makhluk yang berakal budi yang selalu merasa ingin tahu dan ingin mengejar kebenaran dengan akal budi. Makhluk Allah lainnya juga mempunyai pengetahuan, yaitu ada binatang. Binatang mempunyai pengetahuan, namun pengetahuannya terbatas untuk kelangsungan hidupnya.

Pada pembahasan makalah ini mencoba menjelaskan mengenai ilmu pengetahuan, dimana pengetahuan dapat diperoleh dari berbagai macam metode dan apakah pengetahuan tersebut merupakan pengetahuan yang benar adanya atau sebaliknya.

B. Pengertian Ilmu Pengetahuan Sains

Dalam kamus bahasa Indonesia Ilmu dapat didefinisikan sebagai pengetahuan mengenai suatu bidang yang telah disusun secara sistematis menurut metode tertentu. Adapun ilmu ini digunakan untuk menerangkan suatu gejala tertentu dalam bidang pengetahuan. Pengertian dari ilmu pengetahuan sendiri ialah sebuah gambaran mengenai hal yang terjadi dalam alam semesta yang dapat diterjemahkan ke dalam bahasa yang dimengerti manusia dan digunakan sebagai usaha untuk mengetahui dan mengingatkan suatu hal.

Secara etimologi, pengetahuan berasal dari bahasa Inggris yaitu knowledge. Sedangkan secara terminologi pengetahuan merupakan apa yang diketahui dan berupa hasil isi pikiran. Pengetahuan merupakan suatu istilah yang dapat digunakan untuk menandakan seseorang yang mengenal hal tertentu. Suatu hal yang akan menjadi pengetahuan, jika mana terdiri dari: 1). Unsur yang mengetahui, 2). Hal yang ingin diketahui, dan 3). Kesadaran mengenai hal yang ingin diketahui tersebut. Dapat diartikan bahwasannya pengetahuan selalu menuntut adanya subjek yang mempunyai kesadaran untuk mengetahui tentang sesuatu. Serta adanya objek yang ingin diketahuinya (Rusmini, 2014).

Ilmu pengetahuan adalah hasil dari suatu pencarian dengan metode ilmiah. Akan tetapi ilmu pengetahuan bisa dilihat sebagai sistem. Dalam hal ini ilmu pengetahuan dapat dilibatkan ke berbagai abstrak dari gejala alam yang telah terjadi dan diatur dalam tatanan yang logis dan sistematis. Maka kumpulan fakta serta konsep saja masih belum dapat disebut sebagai ilmu pengetahuan. Karena ilmu

pengetahuan sendiri menuntut sebuah fakta dan konsep yang mengatur ke dalam tatanan sistematis. (Siti dan Zuhdan, 2014).

Sedangkan sains menurut Hungerford, Volk & Ramsey (1990:13-14) (1) sebuah ilmu yang didapatkan melalui proses dengan memperoleh informasi melalui metode empiris; (2) informasi diperoleh melalui investigasi yang telah ditata secara logis dan sistematis; dan (3) kombinasi proses berpikir kritis yang menghasilkan informasi yang andal dan valid. Berdasarkan tiga definisi ini, Hungerford, Volk & Ramsey (1990) menyatakan bahwa sains berisi dua elemen utama, yaitu: proses dan produk yang saling memenuhi dalam kemajuan dan pengembangan ilmu pengetahuan (Siti dan Zuhdan, 2014).

C. Hakikat Ilmu Pengetahuan

Ilmu pengetahuan atau sains (*science*) merupakan pengetahuan yang didapatkan dengan cara tertentu, yaitu cara atau metode ilmiah. Jadi, dalam hal ini, kata kunci yang sangat penting adalah cara atau metode ilmiah. Jika terdapat pengetahuan yang diperoleh dengan cara non-ilmiah, pengetahuan tersebut masih belum layak disebut ilmu pengetahuan atau sains. Pada hakikatnya manusia dapat mengerti secara sederhana apa yang dimaksud dengan pengetahuan. Akan tetapi tidak semua manusia bisa mendefinisikan secara baik ilmu pengetahuan itu. Karena sesungguhnya, pengetahuan dapat muncul dikarenakan manusianya sendiri yang dapat mencari tahu.

Ilmu terkadang memiliki makna sebagai sesuatu yang dimiliki oleh seseorang yang telah mempelajarinya, sedangkan pengetahuan

merupakan apa yang diketahuinya. Hakikat pengetahuan menurut aliran yang sudah berkembang diantaranya:

1. Idealisme: Menurut yang menganut aliran idealisme ini memiliki pandangan bahwasannya pengetahuan merupakan proses-proses mental serta psikologis yang memiliki sifat subyektif. Oleh karena itu, pengetahuan merupakan gambaran subyektif mengenai suatu kenyataan. Menurut pendapat mereka, pengetahuan tidak dapat memberikan gambaran yang sebenarnya mengenai kenyataan yang berada di luar pikiran manusia.
2. Empirisme: Tentang asal-usul pengetahuan menurut para aliran empirisme ini bahwasannya pengetahuan berasal dari pengalaman indra. Mengenai hakikat pengetahuan, para ahli juga mengatakan bahwa pengetahuan adalah pengalaman. Adapun seorang tokoh dari empirisme radikal adalah David Hume. David Hume berpendapat bahwasannya ide-ide bisa dikembalikan kepada sensasi-sensasi atau rangsangan indra. Pengalaman sendiri merupakan ukuran terakhir dari kenyataan, Apa yang dialami, itu yang dimaksud pengetahuan.
3. Positivisme: Jika idealisme bisa dianggap sebagai dari kelanjutan rasionalisme, maka lain halnya positivisme merupakan sesuatu dari perpanjangan empirisme. Para penganut dalam aliran ini tidak setuju dengan kenyataan di luar pengalaman. Mereka mengatakan bahwasannya kepercayaan yang berdasarkan dogma harus digantikan dengan pengetahuan yang berdasarkan fakta (Abdul, 2019).

D. Sumber-sumber Ilmu Pengetahuan

Pengetahuan adalah informasi yang sudah dikombinasikan dengan menggunakan pemahaman serta potensi agar dapat menindaki, yang kemudian menempel pada pikiran seseorang. Pengetahuan pada dasarnya adalah proses melihat, mendengar, merasakan, dan berpikir serta menjadi dasar manusia untuk berperilaku dan untuk bertindak. Kemudian adapun yang dimaksudkan dari sumber ilmu pengetahuan yaitu sumber ilmu pengetahuan merupakan faktor yang terletak pada kelahiran sains. Di mana atau dengan cara manusia mendapatkan pengetahuan itu. Ternyata konteks ini tidak lepas dari kebutuhan manusia dalam memelihara dan mencapai tujuan hidupnya, adapun sumber-sumbernya adalah:

1. Empirisme (Indera)

Kata ini berasal dari bahasa Yunani, *Empeirikos* yang artinya pengalaman. Menurut aliran ini manusia memperoleh pengetahuan melalui pengalamannya. Dan apabila dikembalikan kepada kata dalam bahasa Yunaninya, pengalaman yang dimaksud adalah pengalaman inderawi. Menurut David Hume (1711-1776), dikatakan bahwa seluruh manusia sejak dilahirkan belum membawa pengetahuan sama sekali. Manusia memperoleh pengetahuan melalui pengalaman indera yang memberikan dua hal, kesan (*impression*) dan ide (*idea*). Kesan adalah apa yang diperoleh secara langsung yang diterima dari pengalaman. Kesan bersifat hidup dan langsung seperti saat manusia mendengar, melihat, merasa, menginginkan, membenci, dan menyayangi. Sedangkan ide adalah gambaran tentang persepsi yang dihasilkan dengan merenungkan kembali

atau terefleksikan yang diterima dari pengalaman individu. Teori Empirikal mengatakan bahwa penginderaan adalah satu-satunya yang membekali akal manusia dengan konsepsi-konsepsi dan gagasan-gagasan adalah potensi yang tercermin dalam berbagai persepsi inderawi. Jadi, saat kita mengindera sesuatu, kita bisa mempunyai suatu konsepsi tentangnya yakni, menangkap pola berdasarkan sesuatu itu pada akal-budi kita. (Baqir Ash-Shadr, Muhammad. 1994).

2. Rasionalisme (Akal)

Rasionalisme adalah aliran yang menganggap bahwa akal adalah media terpenting untuk memperoleh pengetahuan. Menurut aliran ini, pengetahuan diperoleh melalui cara berpikir (akal) dan tidak menganggap pengalaman indera (empiris) sebagai sumber pengetahuan. Akal menerima bermacam data yang dikirim oleh indera selanjutnya mengatur, mengolah dan menyusunnnya hingga menjadi pengetahuan yang benar. Akal dalam proses berpikir inilah menggunakan kaidah-kaidah rasional atau kaidah-kaidah logika. Paham ini mengklaim bahwa sebagian dan bagian penting pengetahuan datang dari penemuan akal. Seperti pemahaman manusia terkait logika dan matematika. Menurut paham ini sumber indera atau empiris sangat dipentingkan untuk memperoleh ilmu pengetahuan, namun sumber indera atau empiris wajib dipertajam menggunakan eksperimen yang memakai bujukan pasti. Misalnya kehadiran pengajar dan karyawan madrasah diukur dengan menggunakan alat finger print, panas tubuh murid diukur menggunakan derajat panas, berat murid diukur

menggunakan timbangan dan jauh menggunakan meteran (Erwin, 2020).

3. Intuisionisme (Intuisi)

Intuisi adalah pengetahuan yang didapatkan tanpa melalui proses penalaran tertentu. Intuisi bersifat personal dan tidak dapat diramalkan. Hendry Bergson (1859-1941) adalah tokoh aliran intuisionisme. Menurutya bukan hanya indera yang terbatas, akal juga mempunyai keterbatasan. Dengan terbatasnya indera serta akal dalam memahami obyeknya, Bergson dapat mengembangkan suatu kemampuan tingkat tinggi manusia yang biasa disebut intuisi. Kemampuan inilah yang bisa memahami kebenaran suatu obyek secara utuh, permanen dan menyeluruh (*unique*). Untuk memperoleh intuisi yang tinggi, manusia diwajibkan berusaha memanfaatkan pemikiran dan perenungan yang lebih konsisten terhadap kebenaran suatu obyek. Jadi cara mendapatkan ilmu pengetahuan dengan intuisi yang baik adalah dengan teknik perenungan yang melibatkan emosi, observasi, kemampuan dasar, dan nalar kritis (Erwin, 2020).

4. Wahyu

Wahyu disebut sebagai sumber murni seluruh pengetahuan yang berasal dari Tuhan. Begitu juga, Amsal Bakhtiar mengatakan bahwa wahyu adalah pengetahuan yang disampaikan oleh Allah kepada manusia lewat perantara para nabi. Allah SWT mensucikan jiwa dari para nabi serta menerangkan jiwa mereka untuk memperoleh sebuah kebenaran dengan jalan wahyu. Melalui wahyu, Allah SWT

memberikan petunjuk kepada umat manusia terhadap pentingnya ilmu pengetahuan. Hal ini dapat dilihat bahwa surat yang pertama turun menyeru kepada manusia untuk “membaca”, dalam artian untuk selalu terus mempelajari ilmu pengetahuan untuk kemaslahatan.

E. Metode Pencarian Ilmu Pengetahuan

Dalam buku *Element of Philosophy* Louis O. Kattsoff menyebutkan bahwa ada 5 aliran metodis untuk memperoleh ilmu pengetahuan, diantaranya yaitu:

1. Metode Empirisme

Manusia mendapatkan ilmu pengetahuan dapat diperoleh melalui suatu pengalaman. Menurut Jhon Locke, seorang bapak empiris mengatakan bahwa manusia pada waktu dilahirkan, akalnya merupakan suatu buku catatan yang kosong dan kemudian didalam buku catatan tersebut dicatatlah pengalaman-pengalaman indrawi. Kemudian seluruh pengetahuan tersebut didapatkan dengan menggunakan serta membandingkan ide-ide yang telah didapatkan melalui penginderaan dan refleksi sederhana. Pengalaman merupakan suatu objek yang merangsang alat indrawi, yang mana secara demikian menimbulkan rangsangan saraf yang meneruskannya ke otak. Didalam otak, sumber rangsangan itu dipahami dan terbentuklah suatu tanggapan mengenai objek yang telah merangsang alat indrawi. Dengan ini, bagi penganut empirisme itu berdasarkan pengalaman indrawi atau pengalaman yang dapat ditangkap oleh panca indra manusia.

2. Metode Rasionalisme

Berbeda dengan metode empirisme, metode rasionalisme ini memandang bahwa ilmu pengetahuan dapat diperoleh dengan akal pikiran. Namun, pengalaman indrawi (empirisme) ini berfungsi bagi penganut rasionalisme, yaitu sebagai bahan pendorong dalam penyelidikan untuk memperoleh suatu kebenaran. Menurut bapak Rasionalisme, yakni Rene Descartes, mengatakan bahwa kebenaran suatu pengetahuan diperoleh melalui cahaya yang terang dari akal-budi. Dengan ini, akal-budi dapat dipahami sebagai sejenis perantara khusus yang mana dengan perantara itu dapat dikenal kebenaran.

3. Metode Fenomenalisme

Fenomenalisme merupakan suatu pengetahuan, di mana manusia hanya terbatas pada gejala-gejala yang tampak, yang dapat diamati oleh indra dan diberikan atau ditambahkan dengan sebuah kesadaran. Dikemukakan oleh Kant, yang menjadi bapak perintis dari metode ini bahwasannya sesuatu itu dapat merangsang indrawi, kemudian diterima oleh akal yang berbentuk pengalaman, serta dihubungkan dengan kategori-kategori pengalamannya, dan disusun secara sistematis dengan jalan penalaran. Dengan demikian, setiap individu tidak dapat memiliki pengetahuan tentang suatu hal yang sesuai dengan keadaan sendiri, melainkan seperti sesuatu yang nampak kepadanya.

4. Metode Intuisionisme

Pengetahuan yang diperoleh dari intuisi tidak dapat dibuktikan secara langsung atau nyata, karena pengetahuan ini

muncul tanpa adanya pengalaman terlebih dahulu. Pemakaian metode ini dapat menghasilkan suatu ilmu pengetahuan yang tidak masuk akal. Hal ini dapat dihindarkan karena dapat menyesatkan secara mudah serta mendorong kepada pengakuan yang tidak masuk akal, kecuali dilakukan pengecekan dengan menggunakan alat indra dan akal.

5. Metode Ilmiah

Metode ilmiah mengawali dengan menggunakan pengalaman yang dihubungkan satu sama lain secara sistematis dengan fakta-fakta yang diamati secara inderawi. Untuk mendapatkan pengetahuan dengan menggunakan metode ilmiah dibuktikan hipotesa, yang berupa usulan penyelesaian seperti saran dan sebagai konsekuensi yang harus dipandang bersifat sementara serta memerlukan verifikasi dalam proses hipotesis ini. Didalam proses menemukan hipotesa, akal keluar dari pengalaman, mencari satu bentuk yang didalamnya disusun fakta-fakta yang sudah diketahui dalam suatu kerangka tertentu dengan harapan fakta-fakta tersebut cocok dengan hipotesa yang disarankan (Lailatul, 2013).

F. Pandangan Perkembangan Ilmu Pengetahuan Secara Modern

Tumbuh dan berkembangnya ilmu pengetahuan dalam kehidupan manusia dapat dikatakan secara evolutif karena ilmu pengetahuan berkembang secara berangsur-angsur dalam rentang waktu yang lama. Adanya evolusi ilmu pengetahuan tersebut, menghasilkan berbagai temuan dan teori baru yang didasarkan pada data dan fenomena yang terjadi.

Di dalam proses perkembangannya, ilmu pengetahuan ini sangat dipengaruhi oleh dinamika keilmuan dan berbagai persoalan dalam hidup manusia. Pengaruh dinamika keilmuan ini muncul karena banyaknya aktivitas ilmiah, seperti : diskusi, seminar, workshop, penulisan karya ilmiah, penelitian, dan aktivitas ilmiah lainnya.

Masalah kehidupan yang terjadi sehari-hari dapat dijadikan sebagai dasar perkembangan ilmu pengetahuan. Hal ini dikarenakan sifat manusia yang tidak pernah puas dengan apa yang ia dapatkan di dalam hidupnya. Juga karena perubahan lingkungan hidup yang tidak kondusif yang menyebabkan munculnya masalah kehidupan.

Pada zaman sekarang, manusia terus mengembangkan ilmu pengetahuan dengan orientasi untuk menemukan kebenaran atas gejala atau fenomena yang lama maupun yang baru. Mengingat ilmu pengetahuan yang terus berkembang, kebenaran menjadi lebih relatif karena manusia yang selalu memiliki berbagai cara untuk menemukan kebenaran.

Cara yang digunakan oleh manusia untuk menemukan kebenaran tersebut biasanya dibagi menjadi dua pokok, yaitu penggunaan rasio dan penggunaan pengalaman lapangan. Apabila suatu kelompok menggunakan cara rasio untuk menemukan kebenaran, maka mereka disebut sebagai kaum rasionalis. Sedangkan apabila suatu kelompok menggunakan pengalaman lapangan dalam menemukan kebenaran, maka mereka disebut sebagai kaum empirisme (Thohir, 2014).

A. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan alam (natural science) atau yang biasa dikenal khalayak sebagai sains ialah kajian ilmu tentang berbagai fenomena yang terjadi di alam semesta, utamanya di bumi, yang dapat ditelaah dari dua elemen utama yakni konsep dan prinsip. Sains secara khusus mengkaji berbagai intisari konsep dan prinsip keilmuan alam. Dewasa ini berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi sudah dianggap biasa dengan terus berkembangnya pola pikir manusia dalam bereksperimen dan menciptakan berbagai inovasi baru dalam sains yang dapat diterapkan di segala bidang dan tentu bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia.

Perkembangan kajian yang terkait alam semesta kontemporer memiliki perbedaan yang cukup mendasar dari yang sudah dikenal secara tradisional. Contoh penggambarannya, dulu apabila ada seseorang yang sakit dan ingin mengonsumsi obat maka ramuan obat tersebut harus diracik sendiri dengan alat tradisional. Sementara apabila dibandingkan dengan kondisi sekarang, apabila ada orang yang sakit maka solusi yang mereka ambil adalah berkonsultasi ke dokter serta membeli obat yang notabene hasil dari evolusi ilmu farmasi yang melibatkan bahan-bahan modern. Dikutip dari referensi literatur Chamisijatin & Husamah (2017), IPA memiliki konteks ilmu yang mengedepankan proses dalam berpikir serta menangani masalah atau sebagai solusi bagi lingkungannya. Dengan kata lain, ilmu ini menjadi suatu bentuk ilmu penelaahan yang dibuktikan melalui adanya hasil dari

proses telaah atau eksperimen yang dilakukan sebelumnya. Perkembangan ilmu ini juga telah melalui 4 masa evolusi: 1) Zaman Pra-sejarah, 2) Zaman Yunani, 3) Klasik, 4) Modern. IPA di Zaman Pra-sejarah membedah kronologi awal peradaban manusia di muka bumi (Neanderthal) yang belum mengenal penulisan. Sedangkan IPA di Zaman Yunani membedah proses perubahan kehidupan manusia di zaman dulu jadi zaman modern.

Secara beriringan, ilmu sains dan kemajuan teknologi telah membawa peradaban manusia lebih maju dan menjadi kelumrahan dalam budaya dan hidup masyarakat. Terlebih di era globalisasi saat ini, kemahiran dalam menguasai sains dan teknologi menjadi sebuah indikator yang pasti dalam mendorong percepatan pembangunan di segala lini bagi suatu bangsa. Mempuk kesadaran akan pentingnya sains dan teknologi serta di suatu titik, mengejar ketertinggalan yang dialami bangsa-bangsa yang sedang dalam proses pembangunan terhadap bangsa-bangsa yang sudah berada di tahap kemajuan tidak semudah membalikkan telapak tangan karena ada variabel nilai-nilai kebudayaan masyarakat/bangsanya yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu, dalam menyikapi fenomena ini, kita sebagai seorang guru harus mampu menyelaraskan antara pemahaman ilmu sains dan kebutuhan agamis dalam kehidupan ini.

B. Perkembangan Ilmu Sains dan Teknologi

Ilmu sains lahir dari *sense of discovery* atau kepekaan manusia untuk selalu ingin tahu terhadap berbagai fenomena alam yang terjadi di sekitarnya serta merekamnya dalam sebuah media, untuk kemudian dipelajari. Pada masa awal peradaban manusia, fenomena-fenomena

alam ini hanya diobservasi. Namun seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, tidak hanya berhenti pada fase observasi saja melainkan juga mulai masuk fase berpikir dan bertanya hal-hal seperti bagaimana, kapan, kenapa, dan lain sebagainya. Semakin meningkatnya daya pikir kritis mereka, manusia pun akan mulai memasuki fase eksperimen, atau fase saat mereka mengetahui tentang kebenaran (*truth*) tentang fenomena alam dan pengetahuan yang telah mereka miliki. Saat mereka memadukan proses penalaran dengan aktivitas eksperimen tersebutlah lahir sebuah Ilmu Pengetahuan Alam (Sutarman, Sartika, & dkk, 2016).

Dari (Sumarna) menyatakan bahwa sesungguhnya Ilmu Pengetahuan Alam ini akan mengalami perkembangan seiring bertambahnya angka zaman, dan kita sebagai manusia akan terus mencoba untuk tahu segala fenomena alam di sekitarnya yang tidak kita tahu. Oleh karena itu eksperimen harus terus dilakukan dan dibuktikan untuk menghasilkan prinsip-prinsip ilmu yang kuat. Suatu kumpulan kajian ilmu dapat dikategorikan sebagai ilmu pengetahuan alam jika sudah memenuhi syarat berupa adanya pengumpulan objek kajian berdasarkan metode keilmuan dan bermanfaat bagi peningkatan standar kehidupan manusia.

Perkembangan ilmu yang terus menerus terjadi menyebabkan ilmu sains/IPA ini terklasifikasi dalam berbagai disiplin ilmu untuk selanjutnya ke sub-disiplin ilmu dan kemudian spesialisasi. Ada pun IPA juga terbagi jadi 2 yakni IPA klasik dan IPA modern. Pembagian konsep ini lebih berdasarkan pada konsepsi cara dalam berpikir, dalam mengobservasi, dan membedah suatu fenomena alam dengan analisa

mendalam di kemudian hari. Untuk lebih detailnya, berikut perbedaan konsep IPA klasik dengan konsep IPA modern:

a. Konsep Klasik

(BahakUdinByArifin, M., Rais, P., &Nurdyansyah, N. (2017) menyatakan bahwa konsep IPA klasik sangat bersifat tradisional yang dapat diartikan sebagai konsep observasi fenomena alam berdasarkan pengalaman atau naluri semata. Walaupun di dalamnya terdapat beberapa inovasi yang kesannya 'berbeda' namun pada dasarnya jika ditelaah lebih lanjut, inovasi ini hanya mereplikasi dari fenomena alam asli yang terjadi di sekitar. Dalam konsep klasik ini, proses teori dan eksperimen berdiri sama kuat. Konsep klasik pun dikaji secara makroskopik, atau dengan kata lain berpusat pada pengkajian fenomena-fenomena alam dalam lingkup besar, seperti konsep mekanika, gejala termodinamika listrik, cara kerja magnet, dan lain sebagainya. Jadi pada konsep ini, semua pengetahuan berdasarkan penelitian yang menggunakan cara-cara yang bersifat tradisional.

b. Konsep Modern

Dikutip dari Mas'ud & Paryono (2008), ciri utama konsep modern terletak pada penekanan pentingnya teori dibandingkan eksperimen. Konsep-konsep IPA modern merupakan turunan dari sistem yang bersifat mikroskopis, atau yang mempelajari fenomena-fenomena alam dalam skala kecil, seperti radiasi yang berasal dari benda hitam, spektrum atom, dan lain sebagainya. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwasanya konsep modern ini kapabilitas manusia dalam menelaah dan memecahkan suatu fenomena alam sudah berkembang pesat hingga mencapai tahap mempelajari dan menyimpulkan hal-hal yang terkecil seperti atom.

Mas'ud & Paryono (2008) secara tegas juga memberikan penjelasan bahwasanya manusia terlahir sebagai makhluk berpikir yang selalu dibekali dengan daya observasi berdasarkan rasa keingintahuan yang tinggi. Rasa ingin tahu dari manusia lah yang mendorong manusia itu sendiri untuk dapat mengenali, memahami, dan menjelaskan fenomena-fenomena alam serta untuk selalu berusaha mencari solusi atas suatu permasalahan. Dari gabungan dorongan untuk ingin tahu dan upaya mencari solusi memecahkan dan memahami suatu permasalahan itulah ilmu pengetahuan lahir dan terus berkembang. Berikut uraian perkembangan ilmu pengetahuan yang tercatat sejak zaman kuno hingga zaman modern saat ini.

a. Zaman Kuno

Dalam referensi literturnya, Surajiyo menyatakan di zaman kontemporer, manusia cenderung terbatas dalam berpikir baik dari segi pengaruh banyaknya distraksi dari peralatan yang dimiliki maupun standar kualitas pemikiran yang menjadi kurang tajam akibat observasi yang kurang maksimal. Pengetahuan menjadi murah, karena dapat diperoleh dengan mudah, bahkan secara cuma-cuma dari pengalaman yang mereka rasakan dan lakukan sehari-hari serta diterima secara mentah, tanpa ada upaya cek faktual terlebih eksperimen validitas. Padahal di zaman kontemporer ini, manusia sudah jauh lebih maju sejak awal lahirnya dan mempunyai beberapa kemampuan di antaranya:

- 1) Kemampuan dasar dalam literal (membaca, menulis) dan numerikal.
- 2) Kemampuan dalam menemukan alfabet dan bilangan alam, manusia sudah bisa berpikir secara abstrak.

3) Menyusun kalender berdasarkan pengolahan hasil abstraksi yang telah mereka lakukan.

b. Zaman Yunani Kuno

Dikutip dari Karim (2014), disebutkan bahwa zaman ini terjadi pada abad 6SM sampai dengan 6 M. Pada zaman ini ilmu disaring dari proses penyelidikan kritis (*inquiring*), jadi manusia tidak hanya menerima ilmu seperti bagaimana adanya tetapi mereka juga berusaha menemukan asal usul atau sebab akibat dari segala sesuatu.

Ilmu pengetahuan yang sebelumnya sudah ada dari zaman kuno, mulai ramai diperbincangkan dan jelas asal-usulnya. Sehingga pada zaman ini ilmu pengetahuan berkembang pesat dan Yunani telah mencapai puncak yang gemilang dalam bidang pengetahuan.

c. Zaman Pertengahan

Menurut Dewiki & Hardini, di zaman ini perkembangan pesat ilmu pengetahuan lahir dari wilayah Timur Tengah. Banyak artefak dan peninggalan dari kebudayaan peradaban Yunani yang ditransliterasikan ke bahasa Arab dan dikumpulkan menjadi satu literatur atau dibukukan sebagai acuan literatur bagi kemajuan Islam dan persebarannya di benua Eropa saat itu. Di zaman ini pun berbagai metode yang mengedepankan eksperimen jamak terjadi sehingga berakibat pada adanya ekspansi spektrum ilmu di bidang-bidang lain misalnya ilmu kedokteran, farmasi, astronomi, kimia dan biologi. Tokoh-tokoh yang terkenal di zaman ini antara lain: Khwarizmi, Ar-Razi, Ibnu Sina, Ibnu Baithar, Al Ashama'i, dan Nairizi.

d. Zaman Modern

Dikutip dari referensi Harmoni, di zaman ini ilmu pengetahuan sudah banyak terekam sejak zaman kuno, namun masih belum

tersistem dan belum adanya kesepakatan yang sejalan antara satu ilmuwan dengan ilmuwan lainnya dalam hal prinsip dasar yang pasti. Kesimpulan dari suatu teori atau kajian pengetahuan masih didominasi dengan berbagai dogma dan pemikiran tersegmentasi dari segi religius, filsafat, atau bahkan mistik.

Di zaman modern ini, alat-alat untuk menunjang aktivitas penelitian mulai banyak dikembangkan. Selain alat, metode eksperimen juga bertumbuh pesat dan dikembangkan oleh para ahli untuk membantu mereka dalam menelaah lebih banyak lagi fenomena-fenomena saintifik di sekitarnya.

C. Karakteristik Sains dan Teknologi

Lebih dari 4 abad lalu, revolusi ilmu sains terjadi dan tercatat dalam jejak sejarah. Kemajuan teknologi yang secara tidak langsung merupakan dampak dari revolusi ilmu sains, terjadi setelah revolusi industri yang meledak dari Inggris di pertengahan abad ke-19. Ditandai dengan adanya penemuan mesin uap yang bahkan mendahului lahirnya pemahaman prinsip ilmu termodinamika. (Kartasasmita, 1996:268).

Kemajuan ilmu sains dapat menjadi katalisator inovasi teknologi. Berlaku sebaliknya, perkembangan inovasi teknologi dapat menyokong lahirnya eksperimen-eksperimen yang berkelanjutan dan lahirnya teori sains baru. Antara keduanya memiliki keterikatan bak pohon dan akarnya (Zen, 1981: 10). Relasi ini pun diabadikan dalam sebuah akronim yang kita kenal bersama sebagai IPTEK alias Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

Dalam ilmu sains, dikenal dua pilar pendukung yakni tahap observasi dan konseptualisasi. Berbicara tentang sains, tidak dapat dilepaskan dari elemen faktual dan bukan berdasarkan pertimbangan nilai-nilai yang subjektif. Menilai *value* dari suatu hal bukanlah tanggung jawab ilmu sains. Karena sains bersifat bebas nilai, selalu mengambil *stance* objektif, dan mengedepankan netralitas. Berbeda dengan teknologi yang dapat dimanfaatkan sesuai kehendak penggunanya dalam dimensi ekonomi, politik, dan sosial-budaya untuk membiaskan nilai dan dikhawatirkan merusak dan disalahgunakan untuk kepentingan kekuasaan.

Maka dari itu penting untuk menetapkan batas-batas nilai moral pada kajian ilmu sains dan teknologi, yang dapat dibantu dari *angle* ilmu teologi, filsafat, dan religiusitas. Kedua kajian ilmu ini memerlukan *morale compass* (kompas/petunjuk moral) yang dapat diakomodir oleh kehadiran ilmu agama.

Di satu sisi, menciptakan tatanan sistem melalui pemanfaatan teknologi dapat memperbaiki kehidupan masyarakat jika dilakukan secara benar, namun di sisi lain juga memiliki kemungkinan untuk menciptakan sistem yang justru merusak keseimbangan dalam kehidupan. Memanfaatkan teknologi sebagai alat untuk menyelesaikan sebuah permasalahan selalu memiliki resiko untuk membawa potensi persoalan baru. Penyelesaian untuk persoalan baru di masa depan ini biasanya akan dilakukan dengan memanfaatkan teknologi di zaman itu yang lebih maju. Fenomena dialektika perkembangan teknologi yang terjadi ini akan terus menerus berulang. Karena itu dalam mengembangkan teknologi, alternatif-alternatif kajian dalam konteks

penggunaan teknologi seperti redundansi dan diversifikasi sangat penting untuk diterapkan (Alisjahbana, 1991: 23-27).

D. Ilmu Pengetahuan Alam Sebagai Dasar Perkembangan Teknologi

Ilmu sains serta pemanfaatannya dapat dibedakan menjadi tiga, yakni sains dasar, sains terapan, dan teknologi. Ketiga pembagian ilmu sains ini memiliki perbedaan yang dapat dilihat dari aspek kajiannya. Menurut Amor et. Al (1988), ilmuwan sains dasar melakukan penelaahan tentang cara kerja alam semesta beserta isinya. Sementara ilmuwan sains terapan akan mencoba meneliti cara untuk mengendalikan fenomena yang terjadi di alam semesta. Dan ilmuwan teknologi, akan memanfaatkan hasil temuan dalam bentuk teori atau abstrak dari ilmuwan sains dasar dan terapan untuk mengejawantahkannya dalam bentuk teknologi yang sesuai dengan tujuan yang sudah ditetapkan sebelumnya dari ilmuwan sains terapan. Menurut White & Frediksen (2000), ilmu sains dianggap sebagai suatu proses pembentukan hukum, model, dan teori yang dari ketiga elemen tersebut dapat dijadikan landasan untuk melakukan prediksi dan eksplanasi berkaitan dengan tingkah laku alamiah atau fenomena yang terjadi di alam semesta.

Konsep penggabungan ilmu sains dan teknologi juga dikenal secara umum dengan sebutan konsep *triple helix* yang menggambarkan interaksi antara perguruan tinggi - industri – pemerintah. Konsep tersebut merupakan bentuk lebih lanjut dari interaksi diadik antara industri dan pemerintah di era masyarakat

industri menjadi interaksi triadic yaitu antara perguruan tinggi – industri – pemerintah (Etzkowitz dan Leydesdorff, 1995). Menurut pemahaman konsep *triple helix*, peluang munculnya inovasi dan pengembangan diinisiasi dari institusi perguruan tinggi maupun institusi riset non akademis, juga dari sektor pemerintah, serta sektor industri. Ekonomi di era masyarakat pengetahuan terletak pada perguruan tinggi. Peran yang lebih besar dan peran hibrid dari universitas, industri - pemerintah diperlukan untuk menghasilkan kelembagaan dan konteks sosial baru dalam menerapkan ilmu sains, mengimplementasikan transfer teknologi serta produksi. Kolaborasi dari tiga elemen tersebut dapat memberikan tujuan baru bagi lembaga pendidikan tinggi dalam meriset sains untuk menghasilkan kajian teori dan pengetahuan baru, atau riset implementasi untuk inovasi teknologi dalam bentuk baru (Abdini C, 2017).

Dalam hakikatnya, ilmu sains beriringan dengan teknologi tak dapat terpisah antara satu dengan lainnya. Sains memiliki peran dalam menciptakan teknologi baru, dan sebaliknya teknologi berperan untuk menciptakan pengetahuan yang baru. Laju perkembangan sains dan teknologi berjalan semakin cepat. Menurut Robert Oppenheimer (1984) perubahan yang terjadi di dunia ini sangat cepat dan dramatis sebagai akibat yang ditimbulkan dari adanya kemajuan dalam bidang sains dan teknologi.

Kemajuan sains di masa depan tak luput dari inovasi dari berbagai ilmunan yang menciptakan dan menemukan teori, hukum, dan teknologi untuk menerapkan sebuah thesis. Menurut Oslo Manual (2005) yang membahas tentang inovasi adalah pengimplementasian

suatu unsur yang berkembang secara drastis, sebuah proses baru, metode pemasaran atau metode pengorganisasian baru. Berdasarkan definisi tersebut, cara pandang terhadap inovasi berubah total. Dari terfokus pada hasilnya melalui sebuah kegiatan riset atau pun pengembangan di sektor industri (Abdini C, 2017).

E. Perkembangan Sains dan Teknologi di Berbagai Negara

Berdasarkan Etzkowitz (2000), mengemukakan berbagai bentuk hubungan pada konsep triple helix. Model estetik merupakan model yang tidak memberi ruang bagi inisiatif yang bersifat dari bawah ke atas sehingga inovasi sepenuhnya merupakan hak dan ditentukan oleh pemerintah. pada model ini, peran pemerintah sangatlah dominan sehingga hubungan yang ada pada triple helix ditentukan melalui regulasi-regulasi yang dibuat oleh pemerintah (Abdini C, 2017).

Lebih lanjut, Etzkowitz juga mengemukakan model *laissez-faire* merupakan sebuah bentuk otonomi yang terpisah antara institusi akademis tingkat perguruan tinggi, industri, dan pemerintah. Pada model ini, inovasi sama sekali bebas dari intervensi pemerintah. Institusi perguruan tinggi juga memiliki peran dalam 'memproduksi' sumber daya manusia yang berkualitas secara keilmuan dan sebuah pengetahuan yang dilahirkan oleh sains untuk dimanfaatkan oleh industri dalam melakukan riset dan pengembangan. Pemerintah mengatur industri untuk tidak melakukan kolaborasi dalam kegiatan riset untuk mencegah terbentuknya kartel (Abdini C, 2017).

Satu lagi merupakan model yang dikemukakan oleh Etzkowitz yaitu model jaringan trilateral. Jika melihat model jaringan trilateral ini,

kita dapat memahami terbentuknya institusi hibrid yang bertujuan menciptakan lingkungan yang inovatif yang digerakkan oleh perusahaan yang dibentuk oleh perguruan tinggi. Berdasarkan model ini, dilakukan pengembangan dibidang ekonomi berbasis ilmu pengetahuan dengan memanfaatkan laboratorium yang disediakan oleh pemerintah dan milik lembaga riset akademis. Pada model ini, pemerintah merupakan pendorong dan bukan sebagai pengontrol.

a. Perkembangan Sains dan Teknologi di USA

Richard Florida (1999), menyebutkan bahwa peran dan fungsi perguruan tinggi di Amerika Serikat pada tahun 1980-an banyak mendapatkan kritik. Sejak saat itu dimulailah didirikan pusat riset di berbagai perguruan tinggi di Amerika Serikat dengan tujuan untuk menarik pendanaan dari sektor industry dan perusahaan yang mengelola distribusi teknologi untuk mengkomersialisasikan hasil inovasi dari perguruan tinggi. Perkembangan ini dipicu oleh persaingan internasional yang semakin intensif antara produk jepang dan produk Amerika (Abdini C, 2017).

b. Perkembangan Sains dan Teknologi di Jepang

Dalam proses pengembangan sains dan teknologi di negaranya, Jepang bisa dibilang sangat bergantung pada hubungan bilateral yang dijalin dengan Amerika Serikat. Hubungan diplomatis antara kedua negara awalnya berlangsung hanya dalam konteks distribusi teknologi serta tenaga ahli, dan sebaliknya, ilmuwan dari negara Paman Sam ke Jepang. Dalam konteks perkembangan di masa depan, untuk menghadapi persaingan yang ada, peran pemerintah Jepang sangatlah

besar. Pemerintah dengan aktif melakukan survey tentang proyeksi masa depan pada perkembangan ilmu sains dan teknologi per lima tahun. Survey dimaksudkan untuk mendapatkan informasi serta pengetahuan tentang perkembangan sains dan teknologi dalam jangka waktu ke depan (Abdini C, 2017).

c. Perkembangan Sains dan Teknologi di Korea Selatan

Dikutip dari Abdini C (2017), sistem sains dan teknologi yang ada di negara Ginseng alias Korea Selatan dititikberatkan pada konteks sistem inovasi yang diterapkan secara nasional yang melibatkan lebih banyak pihak terkait. Pengembangan serta pemanfaatan sains dan teknologi pun berlangsung dalam proses yang lebih kompleks. Riset dan pengembangan tidak otomatis terkait langsung dengan pasar. Untuk memanfaatkan hasil riset dan pengembangan dibutuhkan pihak lain seperti pusat alih teknologi, modal ventura, bank, wirausaha, dan perusahaan konsultan manajemen. Besarnya peran dari berbagai pihak dalam melakukan inovasi, dapat dilihat dari besarnya nominal anggaran yang teralokasi pada tiap institusi.

d. Perkembangan Sains dan Teknologi di Indonesia

Andi Makmur Makka (2010) menyebutkan bahwa dari semenjak naiknya alm. B. J. Habibie sebagai Menteri Negara Riset dan Teknologi dan Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi pada tahun 1978 merupakan titik landas awal dalam berlomba-lombanya aktivitas riset dan berkembangnya teknologi di Indonesia. Lima belas tahun kemudian, elemen ilmu sains dan teknologi digunakan sebagai salah satu fondasi atau asas pembangunan dalam Garis-Garis Besar Haluan

Negara 1993. Melihat ketertinggalan Indonesia dalam pengembangan sains dan teknologi dari bangsa lain, Habibie mengemukakan konsep transformasi industri yang populer disebut sebagai “Mulai dari akhir dan berakhir di awal”.

A. Pendahuluan

Kata Sains berasal dari bahasa asing *Scienta* yang berarti pengetahuan. Sains merupakan suatu ilmu pengetahuan yang dipandang secara sistematis sebagai ilmu yang digunakan untuk mempelajari konsep-konsep, Prinsip, Proses penemuan, dan memiliki sifat ilmiah. Sains merupakan suatu ilmu pengetahuan yang diperoleh melalui serangkaian beberapa proses penelitian secara sistematis dan terstruktur guna mengungkapkan segala sesuatu permasalahan yang ada hubungannya dengan alam semesta.

Secara umum istilah sains memiliki artian sebagai ilmu pengetahuan. Sains sendiri menurut Suyono (dalam Izzatun Kamala, 2008:1) dianggap sebagai ilmu pengetahuan yang dihasilkan melalui serangkaian kegiatan manusia yang memiliki sifat aktif, dinamis secara terus menerus, serta diperoleh melalui serangkaian penelitian yang bersifat objektif, sistematis, bermetode, dan berlaku secara umum atau universal.

Sains di Masyarakat merupakan suatu perwujudan atau pengaplikasian dari hasil riset sains itu sendiri, dengan diawali proses pembelajaran yang senantiasa sesuai dengan konsep dan konteks pengalaman manusia. Dalam sains Masyarakat ini, Masyarakat diajaka untuk meningkatkan kreativitasnya dalam memahami segala kondisi, konsep, serta sesuatu yang terjadi di alam semesta ini dengan penerapan konsep ilmu sains dalam kehidupan sehari-hari.

Sains di Masyarakat merupakan Salah satu pengaplikasian ilmu yang memiliki tujuan sebagai pembinaan dan menyiapkan peserta manusia agar dapat amampu memahami segala sesuatu gejala yang terjadi disekitarnya, tanggap dalam menghadapi permasalahan yang berkaitan tentang sains, serta mengamalkan dan membuat inovasi dari bidang sains dalam kehidupan sehari-hari.

Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat merupakan salah satu cara yang dipandang sebagai proses pembelajaran yang senantiasa sesuai dengan konteks pemahaman manusia mengenai apa yang terjadi di lingkungan nya. Dalam pendekatan ini lebih diutamakan kepada siswa atau pelajar, Oleh karena itu siswa dalam kosnsep ini diajak untuk menguatkan kosnsep ilmiahnya.

Tulisan ini dimaksudkan untuk membahas mengenai Sains di masyarakat, yang merupakan suatu perwujudan pengaplikasian ilmu sains dalam kehidupan sehari-hari. Dalam makalah ini akan dibahas poin-poin mengenai Apa itu sains masyarakat, Bagaimanaa peranan dan tanggung jawab ilmuwan di masyarakat, bagaimana keterikatan teknologi saissn bebas di masyarakat, Bagaimana peran penting pendekatan sains dan teknologi di masyarakat, serta bagaimana cara pendekatan dan pemanfaatan sains di masa pandemi Covid-19.

B. Peranan dan Tanggung jawab Ilmuwan di Masyarakat

Ilmuwan berasal dari kata , Ilmuwan merupakan seseorang yang konsisten terhadap profesi penelahaahaan bidang keilmuan yang dilakukan. Ilmuwan memiliki tugas atau profesi sebagai seorang yang berfokus pada suatu penelitian tertentu mengenai kondisi atau keadaan

yang terjadi di alam secara sistematis, sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang benar sesuai dengan hasil kajian ilmiah yang dilakukan. Semua pengkajian yang dilakukan tentang masyarakat dan alam harus didasarkan pada rambu-rambu atau aturan ilmiah yang telah ditetapkan. Pengkajian dilakukan oleh seorang ilmuwan harus mencapai fakta yang sebenarnya bukan yang seharusnya. (Sabar Nurohman, 2006)

Seorang ilmuwan harus mempunyai sikap yaitu mempelajari sebuah objek penelitian secara benar sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang benar pula. Dari hasil penelitian inilah dihasilkan kesimpulan sebuah hasil bahwa fakta yang terjadi memerlukan pemecahan masalah atau pengembangan yang bersifat berkelanjutan. Sehingga pada tahap selanjutnya ilmuwan dan para ahli lainnya akan membahas bagaimana kelanjutannya suatu objek yang telah diteliti tersebut, Pembicaraan tersebut meliputi objek aksiologis dimana disini dituntut untuk berhubungan langsung dengan masyarakat yang syarat akan nilai etika, budaya, moral bahkan agama. (Sabar Nurohman, 2006)

Ilmuwan merupakan anggota bagian dari masyarakat, yang memiliki kemampuan khusus untuk lebih paham dan peka terhadap segala sesuatu yang ada atau sesuatu yang terjadi di lingkungannya, sehingga ilmuwan memiliki peran penting di masyarakat yaitu membangun, mengkomunikasikan, mengedukasi serta mengembangkan hasil penelitiannya atau kajiannya untuk bersama-sama membangun masyarakat kearah yang lebih baik. (Sabar Nurohman, 2006)

Ilmuwan memiliki tanggung jawab professional dan tanggung jawab social atas peran yang disandangnya. Tanggung jawab professional lebih ditunjukkan kepada tanggung jawab ilmuwan dalam pertanggung jawaban moral yang berkaitan dengan landasan epistemologis. Tanggung jawab professional ilmuwan menyangkut asas kejujuran, kebenaran, ketelitian, ojektifitas, rasional, argumentasi, kritis, terbuka, dan netral. Dalam melaksanakan tugasnya ilmuwan sebagai seorang profesi ilmuwan harus mendasarkan diri pada kebenaran atau kenyataan yang factual, kebenaran tidak boleh ditutup-tutupi, bersikap jujur, melakukan penelitian dan pengkajian secara ojektif, berfikir kritis dan rasional, serta bersikap netral.

C. Keterikatan Teknologi Sains Bebas di Masyarakat

Sains merupakan sebuah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang segala hal yang berhubungan dengan alam semesta, Oleh karena itu sains memiliki sifat Netral, bebas, dan tidak terikat oleh pihak dan kepentingan manapun. Sains teknologi bersifat objektif artinya sesuai dengan objek yang dikaji. (Anwar, 2004)

Sains ekonomi sangat bebas sekala maka keuntungan yang didapat adalah sebuah perkembangan sains, karena tidak ada yang menghalangi peneliti dalam melakukan suatu pemilihan dan penetapan objek yang akan diteliti, menentukan cara meneliti, dan tatkala menggunakan produk penelitian. Sebaliknya, orang yang menganggap sains tidak bebas nilai (terikat) maka akan dibatasi oleh nilai baik dalam memilih suatu objek penelitian atau cara meneliti dan bisa juga untuk menggunakan hasil penelitiannya. (Anwar, 2004)

Saat memilih paham sains netral (bebas nilai) maka untk kerugiannya adalah ia akan melawan keyakinannya sendiri, misalnya keyakinan yang berasal dari agama. Hal ain yang paling merugikan kehidupan manusia ialah bila paham sains bebas nilai telah menerapkan pahamnya pada aspek aksiologi maka mereka dapat saja menggunakan hasil penelitian mereka untuk keperluan apapun tanpa pertimbangan nilai. Misalnya untuk memproduksi sebuah bom atom pada dasarnya tidak akan bersalah, namun apabila bom atom tersebut digunakan untuk menghancurkan suatu pihak lain, maka sebenarnya manusia telah menghancurkan diri mereka sendiri. .(Anwar, 2004)

Dengan demikian dapat diartikan bahwa sains merupakan ilmu yang bebas, netral, dan tidak terikan oleh pihak maupun paham manapun, Oleh karena itu penyelewengan atau penyalahgunaan ilmu sains oleh pihak-pihak tertentu dianggap sebagai tindakan melanggar hukum alam karena sains sejatinya merupakan ilmu yang berhubungan langsung dengan kehidupan manusia dialam semesta ini. .(Anwar, 2004)

D. Peran Penting Pendekatan Sains dan Teknologi di Masyarakat

Pendekatan sains di masyarakat memiliki beberapa peranan penting antara lain sebagai berikut :

1. Dapat meningkatkan minat dan kemampuan belajar siswa tentang apa yang beluam ia ketahui sebelumnya.
2. Menjadikan semangat belajar karena di dorong oleh rasa ingi tahu akan sbuah masalah dan cara penyelesaiannya.

3. Meningkatkan kreativitas masyarakat di bidang sains tertentu sehingga dapat menciptakan berbagai inovasi yang belum ada sebelumnya.
4. Dapat memberikan pengetahuan dan pemahan mengenai pentingnya menjaga, memanfaatkan dan melestarikan lingkungan alam.
5. Memberikan pemahaman terhadap masyarakat tentang cara mengolah , dan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia.
6. Mengedukasi masyarakat mengenai pentingnya penerapan ilmu sains terhadap kehidupan sehari-hari.
7. Memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang tata cara penggunaan dan pemanfaatan teknologi di bidang sains secara baik dan benar.
8. Memberikan edukasi tentang cara pemanfaatan dan pengaplikasian ilmu sains dalam kehidupan sehari-hari.
9. Dapat memberikan pengetahuan dan pengertian kepada generasi muda yang mereka butuhkan dan memahami masalah – masalah sosial yang muncul sebagai akibat sains dan teknologi.
10. Pengajaran sains dengan pendekatan sains teknologi dan masyarakat merupakan konteks pengembangan pribadi dan social.

Selain itu Pendekatan sains teknologi di Masyarakat memiliki beberapa kekurangan antara lain :

1. Kurangnya Tenaga ahli di kalangan Masyarakat.

2. Kurangnya sosialisasi pentingnya pemanfaatan ilmu sains di masyarakat.
 3. Kurangnya fasilitas penunjang pembelajaran sains
 4. Kurangnya daya belajar masyarakat terhadap ilmu sains.
- .(Anwar, 2004)

E. Sains Teknologi Masyarakat Menurut Prespektif Islam

Agama islam merupakan agama yang sempurna yang mengatur hamper seluruh aspek kehidupan tak terkecuali sains, hubungan antara sains dan agama itu dinyatakan sebagai hubungan terintegrasi. Integrasi ini juga yang biasa digambarkan dalam dua bentuk yang berbeda yakni bisabentuk untuk menggambarkan sebuah teologi natural (natural theology) yang memandang bahwa suatu temuan-temuan ilmiah itu merupakan suatu sarana untuk mencapai Tuhan, dan menggambarkan suatu teologi alam (theology of nature) yang menganggap bahwa pertemuan dengan Tuhan itu yakni harus senantiasa diperbaharui sesuai dengan perkembangan suatu ilmu pengetahuan (Barbour, 2005).

Sejak pertama kali diturunkannya al-Quran telah mengisyaratkan bahwa sangat pentingnya suatu ilmu pengetahuan dan akan menjadikan proses pencariannya sebagai amal ibadah. Di samping itu, al-Quran juga sudah menegaskan bahwa satu-satunya sumber ilmu pengetahuan adalah Allah SWT. Hal ini juga yang bisa mengindikasikan bahwa sebenarnya tidak ada dikotomi ilmu dalam suatu pandangan al-Quran maka tidak adanya satupun ayat yang di dalam al-Quran secara tegas maupun secara samar untuk memberikan sebuah petunjuk dimana agama dan sains itu memanglah merupakan

dua sisi yang sangat berbeda sekali. Maka dengan demikian, dalam suatu pandangan al-Quran, sains dan agama itu adalah dua hal yang terintegrasi. (Barbour, 2005).

Proses suatu pembelajaran pada hakikatnya adalah proses mengamati, menemukan, memahami, dan menghayati sunnatullah, yang berupa fenomena alamiah maupun sosial, kemudian mengaplikasikan suatu pemahaman tersebut bagi kemaslahatan untuk hidup suatu manusia dan lingkungannya serta bisa untuk menjadikan kesadaran adanya Allah dengan sifat-sifat-Nya Yang Maha Sempurna sebagai tujuan hakiki dari kegiatan suatu pembelajaran. Tujuan ini juga yang akan sangat membimbing pada saat seorang peserta sedang belajar kepada akan kesadaran adanya realitas suatu supranatural di luar dari realitas eksternal yang dapat ia indera Oleh sebab itu, prinsip-prinsip dasar suatu kegiatan ilmiah yang sudah digariskan oleh al-Quran yakni, (istikhlaf, keseimbangan, taskhir, dan keterkaitannya antara makhluk dengan Khalik) harus dijadikan suatu titik tolak ukur didalam mempelajari sebuah subyek apapun. (Barbour, 2005)

F. Pendekatan dan Pemanfaatan Sains Teknologi Masyarakat di Masa Pandemi Covid-19

Pandemi Covid-19 yang telah melanda lebih dari setahun ini, sangat berdampak terhadap segala aspek kehidupan, Tak terkecuali proses pendekatan serta pembelajaran sains. Proses pembelajaran sains saat pandemi Covid-19 saat ini kurang efektif dikarenakan dibatasinya aktivitas di luar ruangan demi menghindari penularan virus corona, Oleh karena itu proses pembelajaran Sains saat dibagi menjadi dua cara. Yang pertama mengedepankan teknologi internet yaitu

dengan menggunakan sistem online tanpa adanya tatap muka secara langsung, menggunakan berbagai aplikasi yang relevan seperti Zoommeeting, Google meeting , dan lainnya. Sistem ini dilakukan untuk mentransfer ilmu dari para ahli ke masyarakat. Sistem yang kedua yaitu dilakukan secara mandiri atau penelitian mandiri yang dilakukan oleh para ahli, ilmuwan maupun mahasiswa dengan melakukan pengkajian di luar ruangan secara terbatas hanya di lingkungan sekitar tempat tinggal. (Evi Liayana, 2020).

A. Pendahuluan

Hakikat dari ilmu sains dapat dilihat dari berbagai permasalahan yang sering kita hadapi sehari-hari di kehidupan nyata. Ilmu ini dapat dikaji dari beberapa aspek di antaranya sebagai satu kesatuan badan ilmu (*body of knowledge*), sebagai cara berpikir (*a way of thinking*), juga sebagai cara penelaahan (*a way of investigation*) yang berkaitan dengan unsur teknologi serta kehidupan masyarakat. Dalam ilmu ini terdapat satu rangkaian proses teoritis menjadi sebuah hasil atau bukti yang bisa dipertanggungjawabkan, yang sering disebut juga sebagai metode ilmiah.

Dalam basis Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) disebutkan bahwasanya kurikulum materi ilmu sains di tingkat Sekolah Menengah Pertama disajikan secara terpadu atau dalam kata lain dapat diartikan bahwa pada persoalan yang dianalisa dalam ilmu ini dapat pula dikaji dari aspek cabang ilmunya seperti ilmu fisika, kimia, biologi dan lainnya.

Dalam pelaksanaannya, metode dan kurikulum yang digunakan untuk mempelajari IPA secara terpadu masih terkendala berbagai macam hal, seperti halnya dalam ketersediaan sumber daya manusia yang dapat menyampaikan ilmu ini atau tenaga pengajar yang kurang kompeten karena nihil latar belakang pendidikan IPA. Karena, tenaga-tenaga pengajar ini belum mendapat pendidikan atau pelatihan khusus secara merata dan belum memahami betul mengenai esensi sistem

pembelajaran IPA secara terpadu. Hasil observasi PLPG (2012) menunjukkan fakta bahwasanya masih banyak tenaga pengajar yang belum dapat memahami esensi dari konteks terpadu itu sendiri sehingga tenaga pengajar tersebut memerlukan contoh konkrit. Untuk mengatasi masalah mendasar tersebut, perlu adanya pengembangan dan upaya memfasilitasi tenaga pengajar dengan perangkat pembelajaran IPA terpadu yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis dan mengasah keterampilan mereka untuk menghadapi berbagai persoalan yang berkaitan dengan ilmu sains di dalam kehidupan sehari-hari.

Tenaga pengajar pun secara personal harus memiliki kapabilitas dalam standar yang sesuai dengan ketentuan NSTA yang merekomendasikan *Standards for Science Teacher Preparation*. Dalam standar ini terdapat sejumlah indikator yang harus dimiliki oleh seorang tenaga pengajar seperti *standard content, nature of science, inquiry, issues, general skill of teaching, curriculum*, dsb. Standar ini sesuai visi dari NSES (*National Science Education Standards*). NSTA (2003: 8) dalam Insih Wilujeng (2010: 353), juga merekomendasikan agar para tenaga pengajar ilmu sains di tingkat Sekolah Dasar dan Menengah juga memiliki kemampuan di bidang ilmu lain atau kompeten misalnya di bidang biologi, kimia, fisika, antariksa serta bidang IPA lainnya.

B. Definisi Hakikat MIPA

Jika dirunut sejarahnya ke belakang, kita dapat melihat bahwa MIPA (Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam) berasal dari dua cabang rumpun ilmu sains besar yaitu matematika dan ilmu

pengetahuan alam. Penggabungan dua ilmu ini dilakukan dengan tujuan agar cabang-cabang ilmu yang saling berkaitan dengan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dapat menjadi satu rumpun sehingga dapat saling melengkapi antara satu disiplin ilmu dengan ilmu lainnya (interdisipliner). Ilmu matematika erat kaitannya dengan ide-ide dan penalaran logis yang ada dalam pikiran manusia. Ide ini adalah sebuah bentuk sistem yang dihasilkan otak dan pikiran manusia untuk memberikan gambaran bagi konsep yang masih abstrak, dan sistem ini bersifat deduktif atau dengan kata lain eksistensinya adalah untuk menyelesaikan sebuah permasalahan. Sementara IPA sendiri adalah ilmu yang mengkaji segala peristiwa dan fenomena yang terjadi di alam secara objektif. Dari dua penjabaran singkat ilmu ini, dapat disarikan bahwasanya hakikat Ilmu MIPA adalah ilmu yang berasal dari sekumpulan ide yang dihasilkan oleh otak atau pikiran manusia yang tidak hanya berkutat perihal angka dan hitungan saja namun juga erat relasinya dengan kajian alam semesta beserta isinya dan teknologi.

C. Tujuan Hakikat MIPA

Menurut Berg (1995:2), tujuan dari pendidikan sains dan matematika (MIPA) pada prinsipnya adalah: (1) Agar kita bisa menguasai konsep, prinsip, hukum, definisi, maupun fakta yang berkaitan dengan alam semesta; (2) Agar kita dapat mencerna pengetahuan dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari; (3) Agar kita memiliki keahlian praktikal dalam menghitung, melakukan penalaran, merumuskan persoalan, dan menyelesaikannya menggunakan keterampilan yang berkaitan dengan proses pengkajian ilmu; (4) Membangun ketertarikan, sikap ingin tahu, dan daya pikir

kritis kita terhadap ilmu sains dan matematika; (5) Agar kita menguasai pengetahuan yang berhubungan dengan teknologi dan juga masyarakat (*Science – Technology – Society*) untuk menciptakan rasa tanggung jawab terhadap teknologi dan penerapan sains yang ada di sekitar kita (Yulipriyanto, 1995).

D. Aspek Hakikat MIPA

Menurut Chiappetta & Koballa (2010:102) hakikat ilmu MIPA dapat dikaji melalui empat aspek, yakni sebagai produk, proses, sikap dan aplikasi ilmiah. Berikut empat aspek tersebut:

1) Sains Sebagai Produk

Sains dianggap sebagai sebuah sistem hasil pengembangan ilmu yang dilakukan manusia untuk mengenali diri dan lingkungannya. Di dalamnya terdapat unsur konsep, hukum, dan teori yang akan menjadi landasan keingintahuan manusia (Patta Bundu, 2006 :11). Dalam arti lain, unsur-unsur ini direkayasa oleh manusia sendiri untuk menjadi kerangka memahami dan menjelaskan berbagai fenomena alam yang terjadi di dunia, dengan didukung oleh fakta dan data yang telah teruji melalui serangkaian eksperimen.

2) Sains Sebagai Proses

Sains yang dikaji dari aspek proses menekankan pada basis sains sebagai keterampilan yang digunakan dalam mengkaji fenomena yang terjadi di alam dengan cara tersistematis (*Science process skill*) untuk mengembangkan ilmu ke tahap selanjutnya (Patta Bundu, 2006:12). Banyak tahapan proses yang dilakukan dalam aspek ini misal: observasi, pengukuran, prediksi, klasifikasi, perbandingan, kesimpulan,

perumusan hipotesis, eksperimen, dsb. Bentuk paling sederhana dari aspek proses ini terlihat dalam bentuk kegiatan belajar mengajar yang sangat bergantung pada sumber daya tenaga pengajarnya.

3) Sains Sebagai Sikap Ilmiah

Sikap ilmiah yang dimaksud di sini adalah sikap yang harus dimiliki para pelaku ilmu (ilmuwan) dalam bereksplorasi dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang baru. Misalnya seperti obyektif, jujur, teliti, bertanggung jawab, dan terbuka terhadap hal-hal serta fakta baru di lapangan (Patta Bundu, 2006:13).

Hakikat dari sikap inilah yang membentuk keyakinan, opini, dan dasar-dasar nilai yang kuat yang harus dimiliki seorang ilmuwan dalam mencari fakta ataupun mengembangkan sumber pengetahuan yang baru. Sikap ini pun dapat digolongkan dalam dua pengelompokan. Pertama, seperangkat sikap yang terbentuk untuk mencari solusi; Kedua, seperangkat sikap yang terbentuk dalam mengobservasi dan mengembangkan potensi karir di bidang keilmuan (T. Sarkim, 1998:134).

4) Sains Sebagai Aplikasi Ilmiah

Sains sebagai penerapan atau aplikasi erat kaitannya dengan teknologi dan sebagai nilai-nilai dalam kehidupan masyarakat yang terintegratif (Chiapetta & Koballa, 2010 :115).

E. Karakteristik Hakikat MIPA

Ilmu matematika muncul dari penalaran dan ide yang diproduksi oleh pikiran manusia. Ide ini adalah sebuah bentuk sistem yang dihasilkan otak dan pikiran manusia untuk memberikan gambaran bagi

konsep yang masih abstrak, dan sistem ini bersifat deduktif atau dengan kata lain eksistensinya adalah untuk menyelesaikan sebuah permasalahan. Ide ini adalah sebuah bentuk sistem yang dihasilkan otak dan pikiran manusia untuk memberikan gambaran bagi konsep yang masih abstrak, dan sistem ini bersifat deduktif atau dengan kata lain eksistensinya adalah untuk menyelesaikan sebuah permasalahan. Sementara IPA sendiri adalah ilmu yang mengkaji segala peristiwa dan fenomena yang terjadi di alam secara objektif. Dari dua penjabaran singkat ilmu ini, dapat disarikan bahwasanya hakikat Ilmu MIPA adalah ilmu yang berasal dari sekumpulan ide yang dihasilkan oleh otak atau pikiran manusia yang tidak hanya berkutat perihal angka dan hitungan saja namun juga erat relasinya dengan kajian alam semesta beserta isinya dan teknologi.

Ciri khas ilmu MIPA adalah adanya struktur antara satu bagian dengan bagian lainnya dalam pengetahuan yang terjalin erat. Maka sangat mudah menguasai ilmu ini apabila konsep-konsep dan prinsipnya tersaji dalam bentuk saling terkait dengan kesimpulan yang jelas. Implementasi berbagai konsep dan prinsip dalam ilmu MIPA secara sederhana terhadap problematika alam menjadi berbagai komponen yang saling terpadu, dengan ilmu matematika sebagai fondasi penalaran dan pemecahan permasalahan secara kuantitatif sementara ilmu lainnya seperti fisika, kimia, dan biologi digunakan untuk memaparkan permasalahan. Maka untuk memahami ilmu MIPA sepenuhnya perlu ada dedikasi dan komitmen yang kuat.

F. Peran Matematika Terhadap IPA

Menurut sejarah, kemampuan menulis manusia sudah dimulai seiring dengan kemampuan numerikalnya, yaitu sejak kurang lebih 10.000 tahun SM. Kegiatan berhitung awalnya digunakan untuk membantu mengetahui jumlah hewan ternak yang akan dimasukkan ke kandang dengan menggunakan bantuan batu. Tiap satu ternak yang dimasukan ke kandang terwakili oleh satu batu, sehingga dapat diketahui ternak tersebut bertambah atau malah berkurang. Hal tersebut menunjukkan bahwa Matematika berperan penting dalam perkembangan sains yang berkaitan dengan fenomena di masa itu. Beberapa contoh sumbangsih matematika terhadap ilmu sains, adalah:

- a. Pengukuran jarak bumi ke matahari oleh Aristoteles yang disebabkan kesalahan perkiraan. Jarak bumi ke matahari awalnya dihitung 20 kali jarak bumi ke bulan sementara aslinya adalah 400 kali.
- b. Diilhami Aristoteles, Hyparchus 100 mengukur jarak dari bumi ke bulan dan menyatakan bahwa antara bumi, bulan, dan matahari jaraknya adalah dalam suatu garis lurus.
- c. Hygens dapat memecahkan pertanyaan lahirnya cincin saturnus, menghitung kecepatan cahaya 600.000 kali cahaya.
- d. Ditemukannya hukum lintasan gerak peluru oleh Galileo Galilei serta gerak dan percepatan.

G. Peran Dan Aplikasi Matematika Dalam Biologi

1. Lahirnya teori Mendel di bidang Biologi melalui konsep probabilitas.

2. Penciptaan ilmu terapan dalam bidang biologi seperti biologi molekuler memanfaatkan dasar ilmu matematika untuk menunjang ilmu ini.
3. Hukum Hardy-Weinberg genetika populasi. Contoh penggunaannya yaitu: gen rangkaian kelamin dan penggunaan pada golongan darah.

H. Peran Dan Aplikasi Matematika Dalam Fisika

1. Menghitung jarak dari peredaran eliptikal planet.
2. Menciptakan hukum lintasan peluru, gerak dan percepatan.
3. Dihasilkan alat-alat percobaan seperti thermometer dan pegas.
4. Penghitungan kemiringan sudut pada sebuah gerak dengan menggunakan teori Trigonometri.

I. Peran Dan Aplikasi Matematika Dalam Kimia

1. Membantu penghitungan jarak lintasan atom.
2. Membantu menentukan urutan bilangan periodik.
3. Membantu perhitungan pH (derajat keasaman) elektrolit dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) berbasis logaritma.

J. Nilai-Nilai Hakikat MIPA

Dalam sains ada nilai-nilai ilmiah, termasuk yang terkandung untuk menginterpretasikan fenomena alam dan memberikan jawaban untuk hubungan kausalitas (sebab akibat), pun berpotensi penting bagi pengembangan nilai-nilai individu. Sains juga berperan besar dalam mengkaji keteraturan sistem alam di dalam semesta yang dapat memunculkan sifat ingin tahu, kagum, dan rasa syukur atas kebesaran Tuhan Maha Pencipta. Esensi moralitas dan etika pada pengkajian alam

semesta ini akan berpengaruh pada pribadi sebagai sikap ilmiah dan perilaku sehari-hari orang yang mengkaji ilmu ini (Zuhdan, 2011:7).

1) Nilai-Nilai Sosial dari IPA

a) Nilai etik dan estetika dari IPA

Nilai-nilai etik dan estetika dari ilmu ini terletak pada sistem ketetapan kebenaran yang objektif. Yang bisa digolongkan dalam proses pencarian serta penghayatan nilai-nilai dalam ilmu ini sendiri.

b) Nilai moral atau humaniora dari IPA

IPA sebagai ilmu memiliki nilai moral atau humaniora yang dapat dikaitkan dengan penggunaan serta manifestasi ilmu ini dalam bentuk lain yang ditujukan pada cita-cita kemanusiaan yang luhur atautkah benar secara moral dan bermanfaat bagi eksistensi manusia. Ilmu dan manifestasinya, misal dalam bentuk teknologi, sekedar merupakan alat, sementara manusia sendiri yang bertanggung jawab untuk menjaga esensi nilai yang ada pada ilmu bagi kemaslahatan manusia.

c) Nilai Ekonomi dari IPA

Meskipun ilmu adalah sesuatu yang abstrak, ilmu IPA harus dapat dimanifestasikan dalam sesuatu yang konkrit, terproduksi, dan dapat dilihat secara nyata agar dapat dilihat dari segi nilai ekonominya atau manfaatnya bagi komunitas masyarakat secara umum. Misal dalam bentuk teknologi. Apabila bentuk teknologi ini telah terbukti bermanfaat bagi masyarakat sekitarnya, maka dapat meningkatkan harga diri,

kredibilitas, dan kepercayaan secara luas terhadap hasil karyanya.

2) Nilai-Nilai Psikologis/Pedagogis IPA

- a) Cinta terhadap kebenaran/selalu objektif.
- b) Tidak pernah berprasangka (apalagi buruk sangka).
- c) Menyadari bahwa ilmu ciptaan manusia tidak selamanya selalu benar dan mutlak.
- d) Yakin atas eksistensi siklus/tatanan di alam semesta yang selalu terjadi.
- e) Mengedepankan sikap toleransi dan terbuka terhadap masukan dari orang lain.
- f) Penuh determinasi.
- g) Selalu berhati-hati dalam mengambil keputusan dan teliti.
- h) Selalu ingin tahu dan belajar lebih banyak.
- i) Optimis terhadap masa depan.

A. Pendahuluan

Pendidikan merupakan sesuatu yang sering didengar dan tidak asing lagi. Pendidikan juga merupakan sesuatu yang penting bagi kehidupan manusia dan dibutuhkan oleh semua orang. Dapat diketahui bahwa pendidikan ini dapat dirasakan oleh semua manusia serta semua golongan. Namun, seringkali banyak orang yang melupakan makna dan hakikat dari pendidikan. Oleh karena itu, benar bahwa setiap orang yang melibatkan dirinya dalam dunia pendidikan seharusnya dapat selalu merenungkan arti dan hakikat pendidikan, serta menerapkannya di setiap tindakan yang dilakukannya.

Hakikat pendidikan merupakan usaha secara sadar dan terencana yang bertujuan demi terwujudnya situasi belajar serta proses pembelajaran, supaya siswa secara aktif dapat mengembangkan kemampuan untuk mempunyai kekuatan spiritual agama, dapat mengontrol diri, memiliki pribadi yang cerdas, berakhlak mulia, serta memiliki keterampilan yang diperlukan bagi dirinya, masyarakat, bangsa serta negara. Menurut Munandar (2007) pendidikan merupakan modal seseorang untuk mendapatkan pengakuan dari banyak kalangan. Pendidikan juga memiliki arti serangkaian kegiatan untuk perubahan yang semakin baik.

Pendidikan sendiri dapat diperoleh baik secara formal maupun non formal. Secara formal, pendidikan dapat

didapatkan pada bangku sekolah serta sederajat dengan itu. Kita sebagai calon pendidik di masa depan tentunya harus mengetahui hakikat dari pendidikan. Hal tersebut dilakukan supaya dalam proses belajar mengajar dapat dicapai dengan baik.

B. Pengertian Pendidikan

Menurut bahasa Yunani, pendidikan berasal dari kata *pedagogik* yang artinya ilmu yang menuntun anak. Masyarakat romawi memandang pendidikan sebagai *educare*, yang artinya menuntun dan mengeluarkan, tindakan merealisasikan kelebihan anak yang dibawa saat lahir di dunia. Bangsa Jerman memandang pendidikan sebagai *Erziehung* yang sebanding dengan *educare*, yaitu memunculkan kelebihan terpendam atau mengaktifkan kelebihan atau kekuatan anak. Pada bahasa Jawa, pendidikan memiliki arti *panggaluwentah* (pengolahan), merubah kejiwaan, mematangkan perasaan, kemauan, watak dan pikiran serta mengubah sifat anak. (Nurkholis, 2013)

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pendidikan memiliki asal kata yaitu didik (mendidik), yang berarti memelihara serta memberikan latihan (pimpinan, ajaran) tentang akhlak dan kecerdasan pikiran. Pendidikan memiliki makna proses pengubahan sikap dan perilaku seseorang atau kelompok sebagai pendewasaan manusia melalui jalan pegajaran dan latihan, proses perbuatan, serta cara mendidik. Ki Hajar Dewantara memaknai pendidikan sebagai upaya untuk memajukan pikiran, kepribadian, serta jasmani anak, yang

bertujuan untuk memajukan keutuhan hidup yaitu hidup dan menghidupkan anak yang sejalan dengan alam dan kehidupan masyarakatnya. (Nurkholis, 2013)

Dari pengertian-pengertian serta analisis yang telah disebutkan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pendidikan merupakan upaya menuntun anak sejak lahir yang bertujuan untuk mencapai kedewasaan baik jasmani dan rohani, dalam interaksi alam serta lingkungannya.

C. Hakikat Pendidikan dan Pendidikan MIPA

a. Hakikat Pendidikan

Pendidikan adalah *transfer of knowledge, transfer of value*, serta *transfer of culture and transfer of religious* yang harapannya dapat diarahkan sebagai upaya untuk memanusiakan manusia.

Hakikat dari proses pendidikan ini yaitu sebagai upaya untuk merubah sikap dan perilaku individu atau kelompok supaya memiliki nilai-nilai yang disetujui berdasarkan agama, ideology, filsafat, politik, sosial, ekonomi, budaya serta pertahanan dan keamanan.

Menurut Paula Freire pendidikan merupakan proses pengkaderan yang bertujuan untuk pembebasan. Hakekat dari pendidikan adalah kemampuan untuk mendidik diri sendiri. Dalam ajaran islam, hakekat pendidikan adalah mengembalikan nilai ilahiyah pada manusia dengan tuntunan Alquran dan As-Sunnah.

Dengan demikian, hakekat pendidikan sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai, motivasi, serta tujuan dari pendidikan itu sendiri. Oleh karena itu, hakekat pendidikan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Pendidikan adalah proses interaksi yang ditandai dengan keseimbangan antara kedaulatan peserta didik dengan kewibawaan pendidik.
2. Pendidikan adalah usaha untuk menyiapkan peserta didik dalam menghadapi lingkungan yang mengalami perubahan yang besar
3. Pendidikan dapat meningkatkan kualitas hidup individu dan masyarakat
4. Pendidikan berlangsung sepanjang hayat. Pendidikan merupakan usaha dalam menerapkan prinsip-prinsip ilmu.

Secara formal, pendidikan dilaksanakan sejak anak usia dini sampai perguruan tinggi. Secara haiki, pendidikan dijalankan seumur hidup sejak manusia lahir sampai dewasa. Dalam UU No. 20 Tahun 2003 mengenai sikdisnas pendidian pada anak usia dini yang notabene anak yang masih kecil sudah ditanamkan pendidikan yang mengajarkan nilai-nilai etika dan moral yang baik supaya dapat membentuk kepribadian dan potensi dirinya yang sesuai dengan perkembangan anak seusianya. Dalam PP no. 27 tahun 1990 pada bab 1 pasal 1 ayat 2, dikatakan bahwa seolah untuk peserta didik yang berusia masih kecil adalah suatu bentuk pendidikan pra sekolah yang mengadakan program

pendidikan anak usia dini bagi anak yang berusia empat tahun sampai ia memasuki bangku sekolah dasar. (Rini, 2015)

Menurut Depdiknas (2004) terdapat 6 fungsi pendidikan, yaitu:

1. untuk memperkenalkan peraturan serta menumbuhkan disiplin pada anak
2. Untuk mengenalkan anak pada dunia dan lingkungan sekitarnya
3. Untuk menumbuhkan sikap serta perilaku yang terpuji
4. Untuk menumbuhkembangkan kemampuan komunikasi dan sosialisasi pada anak
5. Untuk mengembangkan keterampilan, kreativitas, serta potensi yang dimiliki anak
6. Untuk mempersiapkan anak memasuki pendidikan dasar

b. Hakikat Pendidikan MIPA

Matematika timbul karena pikiran-pikiran manusia yang berhubungan dengan ide dan penalaran. Ide yang dihasilkan oleh pikiran manusia tersebut merupakan kumpulan sistem yang bersifat memberi gambaran tentang konsep-konsep abstrak, yang mana masing-masing sistem memiliki sifat deduktif sehingga berlaku umum dalam menyelesaikan masalah. Dari istilah ini, IPA merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang alam di sekitar kita serta isinya. Hal tersebut berarti, IPA

mempelajari seluruh benda yang ada di alam semesta, peristiwa, serta fenomena-fenomena alam yang muncul. Ilmu sendiri dapat diartikan sebagai pengetahuan yang bersifat objektif.

Dari sisi istilah, IPA merupakan pengetahuan yang sifatnya objektif mengenai alam sekitar beserta isinya. Hakekat MIPA merupakan ide-ide yang dimunculkan oleh pemikiran-pemikiran manusia yang bukan hanya berkutat dalam hal hitung menghitung saja, namun juga berhubungan dengan ilmu yang mempelajari alam sekitar beserta teknologi. (Suparlan, 2002)

Hakekat pendidikan MIPA adalah suatu proses yang digunakan untuk membantu manusia supaya dapat mengembangkan dirinya sehingga dapat menghadapi segala perubahan dan permasalahan dengan sikap yang terbuka serta pendekatan kreatif tanpa menghilangkan identitas dirinya. Pendidikan IPA ini merupakan pemahaman mengenai pentingnya mempelajari alam yang nantinya akan membawa manusia pada kehidupan yang lebih bermakna dan bermartabat.

D. Pentingnya Memahami Hakekat Pendidikan

Hakekat pendidikan merupakan proses untuk mengembangkan diri sebagai pribadi, anggota dalam masyarakat serta sebagai makhluk Tuhan. Penting bagi seorang pendidik memahami hakikat pendidikan yang tak lain untuk pengendalian. Dalam hal ini, pengendalian diartikan sejak mulai dari awal adalah pemandirian subjek didik.

Berikut ini adalah tujuan pentingnya bagi seorang pendidik memahami hakekat pendidikan:

1. supaya pendidik memiliki rasa tanggung jawab belajar kepada peserta didik, demi terwujudnya kemandirian secara bertahap
2. supaya pendidik memahami konsep cara belajar siswa aktif (CBSA) yang berguna untuk meningkatkan martabat kemanusiaan yang berdasarkan asas Pancasila demi mencapai tujuan pendidikan
3. supaya pendidik menjadi lebih mudah dalam membantu peserta didik, memberi dorongan dan memberi kemudahan untuk mengembangkan potensinya

E. Konsep Hakekat Sains/IPA

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) secara generik mencakup tiga bidang ilmu pengetahuan, yaitu fisika, biologi dan kimia. Hakikat IPA merupakan suatu produk, proses dan juga merupakan aplikasi. Sebagai produk artinya sekumpulan pengetahuan dan sekumpulan konsep. Sebagai proses artinya ilmu pengetahuan ini digunakan sebagai proses untuk mempelajari suatu objek studi, menemukan fenomena dan menyelesaikannya serta mengembangkannya menjadi suatu produk teori dan aplikasi ilmu lain sebagainya. Teori IPA ini yang akan kemudian menghasilkan aplikasi teknologi yang memberi kemudahan dalam kehidupan. (Susanto, 2011)

Pengertian sains mencakup tiga aspek diantaranya sebagai berikut :

- a. Scientific attitudes : Merupakan keyakinan, nilai-nilai, pendapatan/ gagasan, objektif, dan sebagainya. Artinya dalam memutuskan suatu keputusan yang merupakan hasil dari suatu penelitian atau berkaitan dengan masalah lainnya harus diambil secara objektif, jujur dan sesuai fakta tanpa menyembunyikannya.
- b. Scientific processes (metode ilmiah) : adalah cara tersendiri pada suatu penelitian untuk memecahkan persoalan. Artinya kegiatan untuk memecahkan suatu persoalan harus sesuai dengan urutannya, yaitu membuat hipotesis, merancang dan melaksanakan penelitian, pengumpulan data penelitian, menyusun hasil penelitian, mengevaluasi secara objektif, dan membuat kesimpulan untuk hasil penelitian
- c. Scientific products (produk ilmiah) : merupakan hasil pengamatan yang dapat berbentuk fakta, konsep, prinsip, hukum atau teori.

Pada hakekatnya, sains atau IPA dilandasi atas dasar produk ilmiah, proses ilmiah serta sikap ilmiah. Selain itu, ilmu Pengetahuan Alam dipandang sebagai proses, produk, dan sebagai prosedur. Sebagai proses artinya, seluruh kegiatan ilmiah bertujuan untuk menyempurnakan pengetahuan mengenai alam ataupun untuk menemukan pengetahuan baru. Sebagai proses dimaknai sebagai hasil dari proses, yaitu berupa pengetahuan yang diajarkan di lingkungan sekolah atau di luar lingkungan

sekolah atau bahan bacaan untuk dissiminasi atau penyebaran pengetahuan. IPA sebagai prosedur dimaksudkan sebagai metodologi atau suatu cara yang biasanya digunakan untuk mengetahui sesuatu yang sering disebut metode ilmiah. (Trianto, 2013)

Menurut Depdiknas (2007) menyebutkan bahwa hakekat Ilmu Pengetahuan Alam memiliki empat unsur utama dalam IPA, yang mana dari ke empat unsur tersebut adalah ciri utama yang utuh yaitu meliputi:

1. Sikap: contohnya memiliki rasa ingin tahu mengenai fenomena alam, makhluk hidup, dan sebab akibat yang menjadi dasar masalah di alam semesta ini yang dapat diselesaikan dengan metode ilmiah.
2. Proses: Prosedur penyelesaian masalah melalui metode ilmiah
3. Produk: Berisi fakta, teori, prinsip dan hukum
4. Aplikasi: Pengimplementasian metode ilmiah dan konsep Ilmu Pengetahuan Alam dalam kehidupan sehari-hari.

Menunjuk dari beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa hakikat IPA merupakan ilmu pengetahuan yang disajikan secara menyeluruh yang bertujuan untuk mempelajari alam dan fenomena-fenomenanya yang didasari pada unsur sikap, proses, produk serta aplikasinya yang mana empat unsur tersebut merupakan satu kesatuan. Oleh sebab itu, peserta didik diharapkan mempunyai pengetahuan secara utuh serta mampu memahami gejala alam melalui kegiatan

pemecahan masalah dengan menggunakan metode ilmiah sehingga kegiatan pembelajaran menjadi proses yang memiliki makna dengan adanya interaksi nilai yang dipelajari.

F. Hakekat Pembelajaran IPA

Pembelajaran IPA merupakan satu hal yang harus dilakukan oleh semua siswa bukan satu hal yang harus dilakukan terhadap siswa. Proses dalam pembelajaran IPA ini menekankan pada titik pemberian pengalaman secara langsung pada siswa untuk mengembangkan kompetensi yang ada dalam diri mereka agar mampu menjelajahi dan mampu memahami alam sekitar secara ilmiah. Pembelajaran IPA diharapkan memberikan suatu pengetahuan (kognitif) yang merupakan tujuan utama dari pembelajaran IPA itu sendiri. Selain memberikan pengetahuan, pembelajaran IPA juga dapat memberikan suatu keterampilan (psikomotorik), kemampuan sikap (afektif), pemahaman, kebiasaan dan apresiasi sebagaimana tujuan pendidikan secara umum, mengingat IPA merupakan ilmu yang berprinsip ilmu disiplin. (Susanto, 2011)

Adapun tujuan dari pembelajaran IPA terpadu menurut Trianto (2012) antara lain sebagai berikut :

- a. Meningkatkan efesiensi dan efektivitas pembelajaran
- b. Meningkatkan minat dan memotivasi
- c. Beberapa kompetensi dasar dapat dicapai sekaligus

G. Hakikat Guru dan Tugas Guru IPA

a. Pengertian Guru

Hakikat guru selalu dikaitkan dengan profesi yang berhubungan langsung dengan pendidikan anak di lingkungan sekolah, lembaga pendidikan dan di tempat dimana mereka harus menjalankan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum yang ada. Secara umum dalam suatu pekerjaan ataupun suatu profesi, guru merupakan salah satu komponen utama dalam pendidikan. (Laksmi, 2010)

Guru, siswa dan pembelajaran merupakan tiga komponen dasar dan utama dalam suatu sistem pendidikan nasional. Ketiganya dapat disebut juga *conditiosine quanon* atau secara mudah disebut sebagai suatu syarat mutlak dan nyata dalam suatu proses pendidikan. Guru juga disebut sebagai mediator artinya guru sebagai penghubung dalam pemberian pembelajaran kepada siswa dimana pembelajaran yang diberikan sesuai dengan kurikulum.

Guru merupakan seseorang yang memiliki tugas menjadi fasilitator dengan harapan siswa mampu memahami apa yang telah dipelajari dan dapat mengembangkan potensi dasar atau kemampuannya secara optimal baik dalam lembaga yang didirikan oleh pemerintah seperti sekolah negeri maupun lembaga swasta seperti sekolah swasta. Maka guru bukan hanya menjadi pendidik, pengajar, pelatih, pembimbing, namun sekaligus menjadi agen social yang diminta oleh rakyat untuk

menaruh suatu potensi sikap pada siswa ketika siswa itu berada diluar sekolah maupun di bangku sekolah. (Laksmi, 2010)

Dari aspek lain, beberapa pakar pendidikan telah mencoba merumuskan pengertian guru dengan definisi tertentu. Menurut Poerwadarminta (1996), guru adalah orang yang kerjanya mengajar. Dengan definisi ini, guru disamakan dengan pengajar. Dengan demikian, pengertian guru ini hanya menyebutkan satu sisi saja, yaitu sebagai pengajar, tidak termasuk pengertian guru sebagai pendidik dan pelatih. Sementara itu Zakiyah Darajat menyatakan bahwa guru adalah pendidik profesional karena guru telah menerima dan memikul beban dari orang tua untuk ikut mendidik anak-anak. Dalam hal ini, orang tua harus tetap sebagai pendidik yang pertama dan utama bagi anak-anaknya. Sedangkan guru adalah tenaga profesional yang membantu orang tua untuk mendidik anak-anak pada jenjang pendidikan sekolah.

b. Tugas Guru IPA

Sehubungan dengan pikiran pokok mengenai hakikat guru yang telah dijelaskan maka tugas guru tidak hanya :

1. Siswa diharapkan memperoleh berbagai pengetahuan dan keterampilan dalam IPA.
2. Guru IPA diharapkan dapat mendorong berkembangnya pemahaman dan pengetahuan akan prinsip, konsep, dan teori dalam rangka menumbuhkan daya pikir siswa secara

logis, sistematis dan kreatif, bersikap kritis pada suatu fenomena, terbuka dan berkeinginan tahuan tinggi.

Sejalan dengan hal yang telah disebutkan, tugas seorang guru IPA menurut Trianto (2012) :

1. Alangkah baik guru tidak hanya menyampaikan informasi dengan bercerita, namun membimbing siswa secara nyata dengan penyampaian yang ditambahkan prinsip, konsep, teori, nilai dan contoh yang terkandung dalam IPA.
2. Guru IPA diharapkan mampu membawa peserta didik untuk menjelajahi setiap proses pembelajaran IPA seperti kegiatan pengamatan, percobaan, pemecahan masalah dengan diskusi bersama dan lain sebagainya.
3. Seorang guru IPA hendaknya mampu membuat suasana pembelajaran menjadi senang karena akan berpengaruh terhadap hasil yang lebih optimal.
4. Guru IPA harus memiliki kepercayaan diri yang tinggi sehingga siswa tidak meragukan informasi yang telah disampaikan dan dapat bertanggung jawab untuk membantu persoalan yang diajukan oleh siswa.

A. Pendahuluan

Pokok bahasan ilmu pengetahuan alam tentu adalah alam semesta dengan segala isinya. Hal-hal yang dipelajari di dalamnya kebanyakan merupakan penelaahan sebab-akibat atau intrik hubungan kausal lainnya dari berbagai fenomena alam yang diobservasi. Menurut Powler (Winataputra, 1993) ilmu pengetahuan alam memiliki perumusan yang sistematis dan saling berkaitan dengan gejala-gejala yang terjadi secara nyata yang sudah didasarkan dari pengamatan secara induksi. Dalam literature Sund (1993), definisi ilmu pengetahuan alam adalah sebuah ilmu tersistem dalam kumpulan data yang diperoleh dari hasil observasi dan eksperimen yang berlaku secara umum. Definisi ini jelas menggambarkan hakikat ilmu ini yang selalu erat kaitannya dengan aktivitas eksperimen. Dengan kata lain, ilmu ini tidak hanya mengkaji soal fenomena alam, benda tak hidup atau makhluk hidup, namun juga tentang bagaimana manusia memecahkan masalah di sekitarnya melalui cara kerja dan cara berpikir yang holistik dengan memperhatikan berbagai gejala alam serta hubungan kausalnya.

Ada tiga unsur utama; sikap, metodologi, dan hasil; yang saling berkaitan dalam ilmu pengetahuan alam. Unsur sikap menekankan pada jati diri manusia yang selalu ingin tahu tentang berbagai hal di sekitarnya, gejala dan hubungan sebab-akibat yang terjadi, serta keinginan untuk memecahkan permasalahan dengan prosedur metodologi ilmiah yang sesuai. Prosedur tersebut meliputi pembuatan

hipotesa, desain eksperimen dan evaluasi atau pengukuran, dan pemaparan hasil dalam bentuk fakta, konsep, dan teori.

Ilmu pengetahuan alam yang kita kenal saat ini memiliki perbedaan mendasar dalam hal kolaborasi dengan ilmu lain sebagai landasan dalam menentukan hasil. Dalam ilmu pengetahuan alam kontemporer, ilmu matematika dan utamanya statistika berperan besar sebagai alat untuk mengukur atau menghitung data. Sehingga seringkali disebut juga sebagai ilmu pengetahuan alam kuantitatif. Dalam ilmu pengetahuan alam kuantitatif ini kita dapat memperoleh fakta atau kebenaran ilmiah atas sebuah konsep apabila konsep tersebut dianggap memenuhi/sesuai syarat objektivitas melalui serangkaian observasi yang dilakukan sebelumnya.

Dalam ilmu pengetahuan alam kita juga mengenal istilah 'besaran' untuk menyatakan semua hal yang terukur atau dapat kita hitung, yang demikian erat kaitannya dengan kuantitas. Maka dari itu, kita selalu terpapar dengan kegiatan mengukur dan menghitung dalam mempelajari ilmu pengetahuan alam seperti fisika, dan kegiatan ini sudah ada sejak jaman dahulu kala. Ini merupakan sebuah bukti bahwa matematika tidak pernah absen dalam pengkajian ilmu-ilmu di ranah eksakta.

Jika berbicara soal ilmu pengetahuan maka kontribusi ilmuwan dalam mengembangkan ilmu ini tidak bisa kita kesampingkan begitu saja. Ilmuwan memiliki peranan penting dalam upaya mengintegrasikan cabang-cabang ilmu lain (interdisipliner) untuk mengembangkan keilmuannya, misal matematika ke dalam ilmu pengetahuan alam. Matematika adalah ilmu murni yang memiliki tempat dalam pikiran manusia sebagai sarana berpikir secara ilmiah

serta memiliki beberapa peranan seperti: (i) Matematika sebagai Bahasa, dan (ii) Matematika dalam Ilmu Alam & Ilmu Sosial. Sebagai bahasa berarti matematika menjadi sebuah simbol artifisial berupa rumus-rumus yang dapat menyampaikan serangkaian pernyataan, dan tugas ilmuwan lah untuk menginterpretasikan simbol-simbol tersebut menjadi sebuah makna yang berkontribusi (Bakhtiar, 2004: 188-194).

B. Konsep Ilmu Pengetahuan Alam

Menurut Nokes (1949) dalam bukunya, *Science in Education*, ilmu pengetahuan alam merupakan konsep keilmuan yang bersifat teoritis hasil dari proses dan metode khusus yang didasarkan atas observasi menyeluruh serta eksperimen terhadap fenomena-fenomena alamiah. Observasi sangat penting dilakukan untuk mempertahankan teori yang kita pegang. Dari observasi kita akan memperoleh fakta tentang fenomena kebendaan atau alam, dan fakta tersebut selanjutnya akan kita selidiki dan uji berulang kali melalui serangkaian percobaan (eksperimen), yang nanti hasilnya akan dirumuskan menjadi sebuah keterangan ilmiah (teori) yang bisa dipertanggungjawabkan.

Sehingga pada dasarnya ilmu pengetahuan alam merupakan konsep teoritis yang tidak bisa sembarangan disimpulkan, melainkan ada proses yang harus dilalui secara teratur mulai dari observasi, eksperimen, menyusun teori, dan menyimpulkan, sebelum kita menemukan suatu konsep yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah tertentu. Dalam prosesnya, pelaku atau ilmuwan juga wajib mengemban sikap-sikap positif seperti jujur, objektif, cermat, terbuka, selalu ingin tahu, dan sebagainya.

Secara empirik, ilmuwan bertugas mengumpulkan informasi penting untuk dianalisa. Prosedur empirik yang umum diketahui meliputi observasi, klasifikasi, dan pengukuran. Ilmuwan akan menginterpretasikan prosedur tersebut dalam sebuah proses hipotesa, memprediksi, dan menyimpulkan mengenai materi dalam topik yang dikaji secara menyeluruh.

C. Konsep Matematika

Secara konseptual, matematika bersifat dinamis dan multi-disipliner atau dengan kata lain dapat diterapkan untuk mengembangkan disiplin ilmu lain seperti fisika, kimia, biologi, dan teknik dengan berbagai prinsip rumus di dalamnya seperti aljabar, geometri, kalkulus, dll.

Asal kata matematika sendiri diambil dari istilah Yunani yakni *mathematike* yang secara literal berarti mempelajari. Kata tersebut merupakan turunan dari kata lainnya yakni *mathema* yang dapat diartikan pengetahuan dan ilmu. Atau berhubungan juga dengan istilah asing *mathein* atau *mathenein* yang artinya berpikir. Sehingga berdasarkan asal katanya, kita dapat mengetahui esensi keilmuan ini adalah sistem berpikir atau bernalar. Yang kita perlukan untuk mengkaji ilmu ini adalah kegiatan penalaran bukan membuktikan hasil eksperimen atau observasi. Ilmu ini juga berakar dari pikiran manusia yang erat kaitannya dengan proses penggalian ide dan penalaran terhadap pengalaman yang dialami manusia secara *real* dan empiris. Semua data dari pengalaman ini kemudian akan terproses dalam rasionalisasi, dianalisa dengan nalar dalam konteks kognitif hingga muncul konsep-konsep yang mudah dipahami serta dimanipulasi secara

tepat, dengan kata lain bahasa matematika dapat dianggap bersifat universal. Bahasa yang universal ini pun akan diterjemahkan dalam perkembangan teknologi modern yang berguna bagi kehidupan manusia.

Pendapat lain mengenai ilmu matematika adalah ilmu yang berkaitan dengan konsep logis dari bentuk, susunan, besaran yang bersifat kuantitatif (Karso, 1993). Matematika meliputi empat cabang wawasan yang luas; aritmatika, aljabar, geometri, dan analisis. Menurut Sujono (1988) matematika juga didefinisikan sebagai cabang dari ilmu pengetahuan eksakta dan sistematis. Disebutkan juga bahwasanya matematika berperan sebagai ilmu untuk menginterpretasikan ide dan kesimpulan. Jika dilihat secara luas, pendidikan matematika merupakan ilmu yang berkaitan langsung dengan fenomena sosial, politik, ekonomi, dan budaya. Dalam peranannya, ia berfungsi untuk mengkaji kuantitas, struktur, ruang, dan perubahan secara eksak, presisi, sistematis dan logis, yang dikembangkan melalui penggunaan abstraksi dan penalaran logis.

D. Peran Matematika Dalam IPA

Kemampuan berhitung manusia sudah ada sejak sekitar 100 abad yang lalu. Pada awalnya kemampuan ini digunakan untuk mengetahui barang-barang kepunyaan, bahkan sejak zaman primitif. Lama kelamaan kemampuan ini menjadi dasar ilmu matematika yang mampu mendukung ilmu lainnya seperti ilmu pengetahuan alam dan pengembangan logika. Bisa dibayangkan apabila dunia tanpa matematika, tidak akan ada yang tahu seberapa jauh jarak bumi ke bulan, jarak bumi ke matahari, serta berapa keliling bumi.

Berkat memanfaatkan ilmu matematika lah ilmuwan Erathostenes pada tahun 240 SM melakukan satu langkah yang berkontribusi pada kemajuan peradaban yakni mengukur keliling dan diameter keseluruhan bumi. Dia menggunakan asumsi dasar bahwasanya bumi ini berbentuk lingkaran maka estimasi keliling bumi dapat dihitung secara matematis. Erathostenes pun melakukan perhitungan bahwa jari-jari bumi berukuran sekitar 24.000 Mil dan diameternya sekitar 8.000 Mil. Di tahun 150 SM Hipparchus juga menghitung jarak bumi ke bulan. Saat membuat perhitungan, ia secara khusus terinspirasi oleh ajaran Aristoteles yang menyatakan bahwa "bulan terletak di antara bumi dan matahari", juga gerhana bulan dimana bayang-bayang bumi pada bulan dipergunakan untuk memperkirakan besarnya bumi". Dari pernyataan tersebut Hipparchus pun bereksperimen dan mengembangkan teorinya sebelum berkesimpulan bahwa jarak bumi ke bulan adalah sekitar 24.000 Mil.

Aristarchus juga secara matematis melakukan percobaan menghitung jarak bumi ke matahari. Namun karena ada kesalahan pada instrument, ia menarik kesimpulan bahwasanya jarak antara bumi dan matahari adalah 20 kali jarak bumi ke bulan, padahal jarak sesungguhnya adalah 400 kali. Kesimpulan lain darinya menggunakan dasar matematika adalah sinar matahari itu setidaknya tujuh kali lebih besar dari bumi. Ia pun melontarkan pendapat tidak logis yang menyatakan bahwa matahari yang besar itu beredar mengelilingi bumi yang jauh lebih kecil. Padahal kenyataannya, di kemudian hari dibuktikan bahwa bumi lah yang mengelilingi matahari, khususnya dari Copernicus yang membuktikan dengan bantuan teleskopnya serta perhitungan matematis, bahwa bumi mengelilingi matahari dan

matahari adalah pusat alam semesta kita (prinsip heliosentrik). Selain itu masih ada banyak sekali ahli-ahli matematika yang berjasa dalam mengembangkan ilmu pengetahuan alam, beberapa di antaranya:

1. Pythagoras yang menghitung benda-benda dengan segi banyak.
2. Apollonius yang menghitung benda-benda bergaris lengkung.
3. Kepler (1609) yang berjasa dalam menghitung peredaran alam semesta berbentuk elips dari planet-planet.
4. Huygnes (1695) yang memecahkan teka-teki asal-usul cincin planet Saturnus, serta kalkulasi kecepatan cahaya yaitu 600.000 kali kecepatan suara (pada masa itu orang beranggapan bahwa cahaya tak membutuhkan waktu untuk memancar).
5. Galileo (1642) yang sangat berjasa dalam menetapkan hukum lintasan peluru, gerak, dan percepatan.

Beberapa peran matematika dalam Ilmu Pengetahuan Alam secara spesifik antara lain:

1. Peran dan aplikasi matematika dalam Biologi
 - a. Menjadi dasar pengembangan Teori Mendel dalam ilmu Biologi melalui konsep probabilitas.
 - b. Menciptakan ilmu terapan seperti biologi molekuler.
 - c. Menetapkan Hukum Hardy-Weinberg Genetika Populasi. Contoh penggunaannya yaitu: Dasar perhitungan persentase orang albino pada masyarakat, perhitungan gen rangkaian kelamin, membuat sensus pengguna berdasarkan golongan darah.
 - d. Perhitungan matematika digunakan dalam biostatistika atau biometri untuk merancang percobaan biologi, mengoleksi data, mengumpulkan data, dan menganalisis data.

2. Peran dan aplikasi Matematika dalam Fisika

- a. Menghitung jarak peredaran yang berbentuk elips dari planet-planet.
- b. Menentukan hukum lintasan gerak peluru, gerak dan percepatan.
- c. Dihasilkannya alat-alat percobaan fisika seperti termometer, pegas.
- d. Menghitung kemiringan sudut pada sebuah gerak atau yang lain yang dapat dicari dengan menggunakan Trigonometri.

3. Peran dan aplikasi Matematika dalam Kimia

- a. Menghitung jarak lintasan atom.
- b. Membantu menentukan bilangan periodik.
- c. Membantu perhitungan pH (derajat keasaman) elektrolit dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) menggunakan konsep Logaritma.
- d. Bilangan-bilangan konstanta pada perhitungan kimia juga menggunakan konsep perhitungan matematika.
- e. Menggunakan konsep turunan untuk menghitung laju reaksi suatu campuran kimia. (Byun, 2012)

Dapat disimpulkan bahwa peranan ilmu matematika dalam ilmu pengetahuan alam sangat vital dari segi dasar penghitungan dan sebagainya. Selain itu ilmu pengetahuan juga tidak akan bisa berkembang tanpa adanya matematika, begitu pun sebaliknya. Di abad ke-19 dan ke-20 teori-teori lahir dari gabungan antara dua dasar ilmu yakni matematika dan IPA. Tanpa dasar-dasar ilmu geometri yang didapatkan oleh C.F.B. Reimann pada tahun 1854, atau tanpa teori invarian yang dikembangkan oleh matematikawan A. Cayley dan para

pengikutnya mengenai teori relativitas umum dan teori gravitasi Albert Einstein, menjadi tidak dapat lagi dikaji secara publik atau dinyatakan sebagaimana yang kita ketahui. Tanpa teori matematika tentang masalah harga batas yang bermula dengan J.C.F. Stern dan J. Lionville pada tahun 1830, mekanika gelombang dari atom yang dikembangkan sejak 1925 dan yang sangat jauh jangkauannya tidak akan tersusun. Di dalam dunia modern terdapat konsep invariant tentang hal-hal tetap tidak berubah dalam fluktuasi alam yang tak henti-hentinya, yang menjadi pertanda berkembangnya fisika modern. Konsep itu berasal dari karya yang murni matematis dari J.L. Lagrange pada abad ke-18.

Meskipun demikian ilmu matematika murni juga memiliki kelemahan, yakni aplikasi dan hasilnya secara maksimal hanya akan berhenti dalam menghasilkan sebuah pemikiran atau teori saja. Berbekal hanya intuisi saja akan simetris, kesederhanaan, generalisasi dan keserasian benda-benda, para matematikawan yang kreatif sekarang seperti halnya dengan pada masa yang silam sering diilhami oleh pemanfaatannya dalam bidang ilmu pengetahuan alam dan teknologi. Selain itu masih banyak lagi contoh peranan matematika yang bisa ditemui.

Sebuah contoh dalam kehidupan modern terjadi sekitar tahun 1938. Perang Dunia yang terjadi di masa itu menuntut para matematikawan harus bekerja keras untuk memberi solusi tentang apa yang sangat dibutuhkan dalam konteks inovasi persenjataan untuk memperoleh keunggulan dalam perang. Bisa dibilang periode itu merupakan masa-masa suram bagi perkembangan ilmu matematika di dunia. Dan solusi yang bersifat eksakta sejatinya tidak diperlukan dan tidak mungkin bisa didapat untuk menjawab masalah-masalah yang

lebih kritis di masa itu termasuk masalah kemanusiaan. Karena itu diperlukan pendekatan akurat untuk solusi yang tepat.

Katalisator bagi berkembangnya ilmu matematika adalah adanya permasalahan untuk dipecahkan. Permasalahan yang baik dapat membuka cakrawala perspektif yang baru. Semua permasalahan baik sukar dipecahkan, namun permasalahan yang sukar dipecahkan belum tentu baik. Beberapa permasalahan matematika yang paling baik justru merupakan masalah yang paling sederhana. Ilmu pengetahuan alam juga berperan sebagai 'pemberi masalah' pada matematika yang dapat membuat matematika terus berkembang, karena pendorong matematika adalah masalah dan dari ilmu pengetahuan alam, kita dapat menggali masalah-masalah baru yang menarik untuk ditelaah (Silaban, 2017).

A. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan alam (natural science) mengkaji mengenai gejala-gejala dalam alam semesta, termasuk di bumi untuk membentuk konsep dan prinsip dasar yang esensial. Teknologi merupakan turunan ilmu yang erat hubungannya sebagai manifestasi konkrit dari pemanfaatan ilmu dan akal pikiran manusia. Teknologi dimanfaatkan sebagai alat pemecahan permasalahan, membuat hidup lebih mudah dan nyaman, dan sebagainya. Berkat teknologi, pekerjaan yang padat karya dan menghabiskan banyak tenaga pun kini jadi lebih efisien dan efektif untuk dikerjakan karena bisa disubstitusi dengan perangkat-perangkat berbasis mesin terutama komputer.

Ilmu pengetahuan alam murni tidak berperan langsung dalam kehidupan manusia, namun melalui teknologi sebagai ilmu terapan, ilmu murni dapat menyumbangkan bentuk penemuan konsep abstraknya menjadi sesuatu yang lebih *real* dan berpengaruh bagi kehidupan. Ilmu murni seakan menjadi jangkar atau fondasi yang memperkuat praktek dan penerapannya dalam bentuk teknologi yang luar biasa secara umum kita manfaatkan. Meski selalu ada dampak negatifnya dari kemajuan dua ilmu ini, namun seiring waktu dan pengembangan yang terjadi, manfaat yang dapat dirasakan masyarakat juga semakin bertambah.

B. Pengertian IPA dan Pengertian Teknologi

Ilmu pengetahuan alam atau sains merupakan salah satu mata pelajaran yang sudah ada sejak tingkat pendidikan dasar. Menurut Susanto dan Maslichah Asy'ari dalam jurnal Birawan Cahyo Saputro, Ilmu pengetahuan alam dapat didefinisikan sebagai sebuah upaya dalam mengkaji secara logis mengenai alam semesta beserta segala fenomenanya melalui observasi yang tepat sasaran, menggunakan prosedur yang sesuai, dan dianalisa menggunakan nalar untuk sampai pada kesimpulan. Sedangkan menurut Maslichah Asy'ari ilmu pengetahuan alam merupakan pemahaman manusia mengenai alam semesta beserta isinya yang dapat diperoleh secara tersistematis.

Menurut Hj. Kudisiah dalam jurnalnya, IPA ditempatkan sebagai sebuah pengetahuan khusus. Arti dari pengetahuan khusus ini ialah ilmu ini memiliki prosedur tersendiri yang tidak sembarangan untuk dapat mengambil kesimpulan, perlu adanya observasi, eksperimen, penyimpulan, proses penyusunan teori, dsb yang dikaitkan antara cara satu dan yang lainnya. Ilmu ini sangat erat kaitannya dengan upaya pengumpulan fakta, konsep, dan prinsip yang diawali dari pencaritahuan gejala atau fenomena yang terjadi dan dilakukan untuk dapat memahami alam semesta.

Setelah kita memahami definisi dari ilmu ini, kita wajib melakukan tahap selanjutnya yakni pembuktian dengan cara bereksperimen di fasilitas tertentu seperti laboratorium. Depdiknas menjelaskan bahwasanya pelajaran ilmu pengetahuan alam diharapkan dan harus dinikmati peserta didik yang mempelajarinya agar bisa

mengenali segala hal yang terjadi pada diri sendiri dan alam di sekitarnya serta dapat menerapkannya sesuai etika dalam kehidupan sehari-harinya. Yang dimaksud sesuai etika adalah peserta didik dapat melakukannya secara bijaksana dan mawas diri agar penerapannya tidak berdampak buruk bagi lingkungan alam sekitar. Misalnya pada tingkatan SD/MI, peserta didik diharapkan dapat memperoleh pengalaman belajar sains melalui rancangan dan pembuatan suatu karya untuk mengembangkan kompetensi mereka dalam kerja ilmiah secara bijaksana.

Dalam jurnal Fitria Eka Wulandari dijelaskan bahwa pembelajaran ilmu sains harus atraktif dan dapat mengajak peserta didiknya untuk dapat tertarik merumuskan konsep berdasarkan berbagai fakta empiris di lapangan. Dengan demikian, peserta dapat memperoleh pengalaman langsung dari lapangan yang dapat membentuk pribadi mereka serta memperkuat eksistensinya sebagai insan 'melek teknologi' dan berwawasan lingkungan. Dua dimensi ini diliputi oleh ilmu sains melalui suatu proses pengembangan keterampilan, kemampuan, dan sikap ilmuwan.

Aspek-aspek kemampuan yang dikembangkan dalam keterampilan proses sains menurut Rustaman (1983) sebagai berikut:

1. Daya Mengingat

Mengingat merupakan suatu kegiatan identifikasi ciri-ciri obyek tertentu dengan menggunakan berbagai alat indera secara teliti, dengan menggunakan fakta relevan dan memadai yang didapatkan dari hasil observasi, atau

menggunakan alat/bahan sebagai alat untuk melakukan pengamatan pada sebuah obyek dalam rangka pengumpulan data atau informasi.

2. Kemampuan Menafsirkan

Penafsiran meliputi suatu kemampuan menjelaskan hal-hal yang diamati dari suatu obyek tertentu, dengan menghubungkan hasil dari pengamatan terhadap obyek untuk dapat menarik suatu kesimpulan.

3. Kemampuan Mengklasifikasi

Klasifikasi merupakan suatu kemampuan yang dapat menentukan adanya perbedaan, mengontraskan ciri-ciri, mencari adanya kesamaan, membandingkan dan dapat menentukan dasar penggolongan terhadap suatu obyek.

4. Cara Berkomunikasi

Komunikasi merupakan suatu kemampuan dalam membaca grafik atau diagram, yang menggambarkan data empiris dengan grafik, tabel atau diagram, yang menjelaskan hasil dari percobaan, menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas.

5. Membuat Hipotesa

Membuat Hipotesa merupakan pernyataan mengenai hubungan antara dua variabel, mengajukan perkiraan penyebab suatu hal terjadi dengan mengungkapkan bagaimana cara melakukan pemecahan masalah.

6. Merancang Penyelidikan

Merancang penyelidikan merupakan kegiatan yang menentukan alat dan bahan yang diperlukan dalam penyelidikan, seperti menentukan variabel kontrol dan variabel bebas, menentukan hal yang diamati, melakukan pengukuran, menentukan cara dan langkah kerja yang mengarah pada pencapaian kebenaran ilmiah dan menentukan cara mengolah data, yang dapat dicatat sebagai hasil dari pengamatan

7. Menerapkan konsep atau prinsip
Menerapkan konsep atau prinsip yaitu meliputi suatu kemampuan dalam menjelaskan peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang telah dimiliki dan menerapkan konsep yang telah dipelajari
8. Mengajukan pertanyaan
Mengajukan pertanyaan merupakan kemampuan dalam mengajukan pertanyaan yang meminta suatu penjelasan dengan menggunakan struktur 5W+1H (apa, mengapa dan bagaimana) atau dapat menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan hipotesa.

C. Pengertian Teknologi

Teknologi dapat mempermudah kita yang menggeluti dunia pendidikan, membantu dalam meningkatkan mutunya. Definisi dari teknologi itu sendiri dapat dilihat secara terminologis dari kata 'teknologi' itu sendiri. Menurut Rusman (et. al) terminologi 'teknologi' berasal dari bahasa Yunani, dari kata 'techne' yang berarti 'keahlian' dan 'logia' yang berarti 'pengetahuan'. Dalam pengertian sempit, istilah

ini mengacu pada berbagai obyek atau benda yang digunakan untuk memudahkan aktivitas manusia terutama dalam proses produksi, seperti mesin, perkakas, atau perangkat keras.

Berdasarkan pendapat Tondeur et al dalam jurnal Sudarsri Lestari, teknologi digital saat ini sudah mulai digunakan di dalam lembaga pendidikan sebagai sarana yang dapat mendukung pembelajaran, baik sebagai alat informasi (yaitu sebagai sarana untuk dapat mengakses suatu informasi) dan sebagai alat pembelajaran (yaitu sebagai sarana untuk dapat menunjang dalam kegiatan belajar mengajar dan tugas). Penggunaan teknologi di dunia pendidikan memang bukan hal yang asing lagi di dalam era globalisasi, sehingga memunculkan suatu istilah yaitu 'teknologi pendidikan'. Definisi teknologi pendidikan itu sendiri dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah metode yang memiliki sistem teratur dalam membuat rencana, penggunaan, dan dapat memberi penilaian atas seluruh kegiatan pengajaran serta pembelajaran dengan mempertimbangkan segi sumber teknis maupun manusia serta hubungan yang ada antara keduanya, untuk dapat membentuk suatu sistem pendidikan yang efektif.

Tentunya dengan kemajuan teknologi di bidang pendidikan, membuat para tenaga pendidik harus bisa memanfaatkan komputer sebagai alat bantu pembelajaran. Dan Coburn dalam jurnal Nurdin mengemukakan bahwa proses pembelajaran menggunakan komputer telah lumrah digunakan dalam dunia pendidikan selama beberapa tahun terakhir ini. Menggunakan komputer sebagai alat bantu pembelajaran memiliki berbagai kelebihan seperti metode belajar yang

jadi lebih interaktif karena kita bisa mensimulasikan konsep-konsep abstrak sains dalam bentuk visual yang lebih menarik dan konkrit. Dengan metode ini tentu para peserta didik bisa lebih mudah mencerna pembelajaran sebelum menggunakan sumber lain sebagai penunjang seperti jurnal dan artikel yang dapat diakses di Internet.

D. Hubungan Perkembangan IPA dan Teknologi

I Wayan Wahyudi dan A.A Komang Suardana menjelaskan bahwa titik balik berkembangnya ilmu pengetahuan alam secara pesat adalah setelah lahirnya konsep fisika kuantum dan relativitas di awal abad ke-20. Konsep-konsep ini pun memberikan pengaruh yang besar sehingga menyebabkan perlunya revisi dan penyesuaian konsepsi ilmu pengetahuan ke arah pemikiran yang lebih modern. Dari urgensi ini muncul lah dua konsep ilmu pengetahuan alam yakni konsep klasik dan konsep modern. Konsep klasik lebih bersifat makroskopik alias menelaah fenomena-fenomena besar dan signifikan yang terjadi di alam, sementara konsep modern lebih bersifat mikroskopik alias menelaah fenomena-fenomena dalam skala kecil yang bisa kita jumpai sehari-hari.

Kemudian menurut P. Rahayu, dkk., menjelaskan bahwasanya pengembangan pembelajaran ilmu pengetahuan alam secara terpadu ini dipadupadankan dengan model pembelajaran berbasis masalah atau *Problem Base Learning (PBL)*. Pada model ini pembelajaran dilakukan dengan menyajikan permasalahan terlebih dahulu pada para peserta didik untuk mereka analisa dan mencari solusinya melalui sebuah metode ilmiah yang relevan. Realitanya, saat zaman semakin modern,

pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran pun semakin meningkat. Pemanfaatan ini haruslah digunakan secara efektif untuk bisa meningkatkan mutu pendidikan.

Jujun S. Suriasumantri dalam salah satu literturnya pernah menyatakan bahwasanya hubungan ilmu sains dan teknologi terus berkembang dari abad ke abad, dan saat ini teknologi diimplementasikan dengan menggunakan kaidah-kaidah empirik. Teknologi menjadi mandiri dan mencakup bermacam-macam bidang seperti di bidang pertanian, kedokteran, dan *engineering*. Di fase kemandirian teknologi ini, berbagai produk telah diciptakan mulai dari jalan raya, kapal laut, cara bercocok tanam, hingga pembuatan tape/anggur.

Dalam jurnal Dwi Adhi Sugeng Ariyanto dijelaskan bahwasanya perkembangan sains dan teknologi terjadi melalui kreativitas penemuan (*discovery*), prises penciptaan (*invention*), dan juga melalui berbagai bentuk inovasi dan rekayasa ilmiah. Kegunaan nyata dari sains dan teknologi bagi manusia ternyata tergantung dari nilai, moral, norma dan juga hukum yang mendasarinya. Ilmu sains dan teknologi akan selalu melekat pada kehidupan manusia, dari awal mula peradaban sampai akhir kehidupan. Ilmu sains dan teknologi akan terus berkembang seiring dengan perkembangan peradaban manusia di dunia. Jika dilihat dari fenomena perkembangan peradaban manusia yang terjadi dari masa ke masa, kita dapat melihat dengan jelas bagaimana peranan sains dan teknologi yang sangatlah sentral. Walaupun pada masa-masa awal, manusia memang belum terdapat konsep sains dan teknologi. Pada masa-masa tersebut (seperti pada

masa prasejarah) perkembangan peradaban manusia yang terjadi hanyalah dengan logika berpikir sederhana dan dari fenomena-fenomena alam yang juga sederhana.

E. Peranan perkembangan IPA dan Teknologi

Terdapat beberapa peranan dari berkembangnya IPA dan teknologi, salah satunya yakni peranan IPA dan teknologi dalam peningkatan kualitas kesehatan. Kesehatan merupakan sumber daya utama di kehidupan sehari-hari. Saat ini hampir segala penyakit bisa didiagnosa dan juga telah dapat ditemukan obatnya sebagai salah satu konsekuensi dari perkembangan ilmu sains dan matematika yaitu seperti cangkok mata, cangkok jantung, serta penggunaan perangkat mengandung radioaktif yang dapat menunjukkan tempat-tempat yang sakit. Dewasa ini di bidang teknik telah dapat dirancang pembuatan orang buatan yakni suatu alat buatan manusia yang dapat ditanam dalam tubuh terutama pada organ-organ vital manusia seperti jantung.

Terdapat penemuan suatu unsur radioaktif yang ditemukan oleh Madane Curie. Penemuan tersebut disebut uranium yang membuka peluang pengembangan ilmu pengetahuan teknologi sangat pesat. Namun terdapat akibat yang negatif dari penemuan ini yang terlihat pada tahun 1945 ketika bom atom jatuh di Hiroshima dan di Nagasaki. Sehingga banyak serdadu dan juga rakyat sipil jepang yang tewas akibat dari ledakan bom atom tersebut. Namun terdapat pula beberapa efek-efek positif yang dapat berguna bagi manusia diantaranya seperti sinar γ yang dihasilkan dari reaksi fusi antara neutron dengan uranium 238 yang menghasilkan neptunium 239 dan sinar.

Listrik merupakan penemuan Faraday yang dapat dimanfaatkan dalam bidang dunia teknologi. Ternyata listrik selain digunakan untuk penerapan, dapat juga dipakai dalam bidang lain, yaitu pada bidang transportasi seperti kereta listrik, pada bidang alat rumah tangga seperti ricecooker, setrika listrik, mesin cuci, ovenhead projector, dan LCD, pada bidang alat komunikasi seperti radio, telepon, media cetak, dan tv, pada bidang informasi seperti tagihan telepon internet, belanja barang, dan robot.

Peran Perkembangan IPA dan teknologi dalam Nuklir untuk industri diantaranya yaitu seperti dalam industri kayu, untuk itu kayu direndam dengan cairan plastik (monomer), kemudian disinari dengan sinar radioaktif, sehingga kayu dapat berlapis dengan plastik. Hasilnya yaitu kayu tersebut akan bertambah keras dan juga dapat tahan terhadap serangan.

Kemudian dalam industri tekstil, yang menggunakan sinar radioaktif dengan tujuan untuk dapat meningkatkan kualitas serat tekstil, terutama pada serat polyester (serta sintesis) yang bila telah menjadi tekstil akan terasa panas karena tidak dapat menyerap air.

- a) Dalam industri kulit, juga diharapkan kulit dengan mutu yang tinggi.
- b) Industri pengawetan makanan juga menggunakan sinar radioaktif untuk membunuh kuman, sehingga makanan tersebut aman dikonsumsi dan nilai gizi serta rasa tidak berubah.

- c) Dalam dunia kesetahan seperti sinar X dipakai untuk membantu diagnosis penyakit dan memberikan hasil yang memuaskan tanpa menimbulkan efek samping.
- d) Ilmu pengetahuan dan teknologi banyak digunakan untuk alat komunikasi antara lain sebagai berikut.
 - 1) Percetakan (media cetak).
 - 2) Radio alat komunikasi dengan menggunakan gelombang radio yang dipancarkan melalui pemancar.
 - 3) Televisi suatu alat komunikasi berupa suara dan gambar serta tidak ada pengahalang (jarak).
 - 4) Satelit, komunikasi siaran radio dan televisive dapat diterima pada waktu yang bersamaan.
 - 5) Handphone, orang dapat berkomunikasi langsung atau menyampaikan pesan dengan orang lain.
 - 6) Internet, suatu alat komunikasi secara tertulis jarak jauh dengan waktu singkat.
 - 7) Mesin, kemajuan eknologi yang sangat berguna bagi kehidupan manusia yaitu seperti mesin bakar, mesin diesel, mesin uap, mesin jet, dan lainnya.

F. Dampak Perkembangan IPA dan Teknologi

Terdapat beberapa dampak yang dihasilkan dari Perkembangan IPA dan teknologi yaitu sebagai berikut:

- 1. Dampak IPA dan Teknologi Sehubungan dengan Kebutuhan Pokok
 - a. Sandang (Pakaian)

Dampak positif IPA dan teknologi pada sandang dapat dilihat dari orang-orang yang dapat membuat serat-serat sintetis atau yang disebut juga dengan serat buatan, serat buatan ini biasanya memang paling banyak digunakan dalam industri tekstil, serat ini akan diproses sehingga dapat menjadi benang yang secara kimiawi terbuat dari pokok-pokok tanaman. Serat-serat tekstil dapat dibuat dengan menggunakan waktu yang singkat dan juga berukuran besar-besaran. Di sisi lain penemuan IPA dan teknologi juga berdampak negatif pada konteks penumpukan sampah dalam prosesnya terutama sehubungan dengan sampah polimer sintetis atau plastik. Dampak negatif ini merupakan penyebab utama sulit terurainya sampah yang berdampak buruk bagi daratan dan lautan.

b. Pangan (Makanan)

Di sisi lain ada dampak positif dari ilmu sains dan teknologi pada penggunaan mekanisasi pertanian, yaitu dimana dapat menghasilkan proses produksi yang lebih efisien; menggunakan tenaga produksi lebih besar namun hanya membutuhkan tenaga SDM yang relatif lebih sedikit. Selain itu terdapat juga dampak negatif IPA dan Teknologi dalam bidang ini yaitu, terdapat pemberian pestisida dapat berdampak besar bagi hama dan makhluk hidup.

c. Papan (Tempat Tinggal)

Terdapat dampak positif IPA dan teknologi dalam bidang papan yaitu manusia dapat menyempurnakan rumah tinggalnya atau tempat tinggalnya seperti dengan membuat

bangunan yang tinggi hingga menjulang langit-langit dan dapat memberikan tempat yang lebih nyaman dibandingkan pada masa-masa sebelumnya. Selanjutnya terdapat dampak negatif dari perkembangan IPA dan teknologi pada bidang ini yaitu terdapat alat-alat modern yang dapat membantu pembangunan dan penenbangan pohon serta perabotan dan lainnya sehingga jumlah pepohonan berkurang.

2. Dampak IPA dan Teknologi Terhadap Transportasi

Dampak positif yang terjadi terhadap terwujudnya pencapaian kemakmuran dan perluasan kemudahan dapat memunculkan beberapa cabang ilmu pengetahuan baru yakni seperti munculnya teknik modern. Teknik modern ini terdiri dari teknik penerbangan, teknik kimia sehingga dapat meningkatkan pendapatan sosial ketika negara harus mengoptimalkan sumber daya yang akan berkurang. Teknik sipil, teknik nuklir dapat membantu manusia jika digunakan dengan tepat hal ini dapat membantu biaya yang relatif murah dengan energi yang besar, dan teknik mekanik. Kemudian juga terdapat Teknologi hutan, Teknologi gedung, dan juga Matalurgi.

3. Dampak IPA dan Teknologi Terhadap *Natural Resources* (SDA)

Sumber daya yang berasal dari alam sejatinya sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup terhadap manusia. Terdapat dampak positif yang diperoleh yakni berupa dapat terpenuhinya materi dan dapat memberi kemakmuran terhadap hidup manusia serta dapat membantu kemudahan dalam mengubah suatu sistem transformasi dan

komunikasi. Pemanfaatan pengembangan IPA dan teknologi ternyata dapat digunakan untuk menaikkan kuantitas suatu produksi, yaitu seperti pada bidang pertanian dan pada bidang industri. Pengolahan sumber daya yang berasal dari alam yang dilakukan secara efektif dan efisien dapat membantu memperluas jenis hasil produksi. Tersedianya sarana dan prasana dalam hal ini dapat memungkinkan kegiatan ilmiah serta dapat meningkatkan kesehatan masyarakat serta kemakmuran materi.

Terdapat dampak negatifnya yaitu dapat menyebabkan keborosan yang pada akhirnya dapat menimbulkan pencemaran dan limbah, sehingga dapat menimbulkan terjadinya pencemaran lingkungan. Timbulnya pencemaran lingkungan ini dapat didefinisikan seperti pencemaran (polusi) merupakan adanya suatu organisme atau suatu unsur lain kedalam suatu sumber daya misalnya seperti tanah, udara, air, yang dapat mengakibatkan kadar yang dapat mengganggu sumberdaya kegunaan. Hal seperti ini memang harus kita perhatikan, karena saat ini memang masih kurangnya kesadaran serta masih kurangnya rasa tanggung jawab bagi para pengguna teknologi atas pemakaiannya.

4. Dampak IPA dan Teknologi Terhadap Komunikasi dan transportasi

Dengan adanya perkembangan Perkembangan IPA dan teknologi dapat menimbulkan dampak positif dalam urusan transportasi dan komunikasi yang berperan penting di kehidupan manusia yaitu :

- a) Transportasi darat: sepeda motor, mobil, bis, truk, kereta api, dsb.
- b) Tranportasi laut: kapal laut dan lainnya.
- c) Transportasi udara: pesawat terbang.
- d) Alat berkomunikasi, diantaranya yaitu radio, TV, tape recorder, telex, radar, CB, satelit komunikasi dan sebagainya.

Penemuan televisi hal ini memudahkan masyarakat untuk menggali informasi lebih mudah. Melalui jarak jauh kita dapat mengakses suara dan gambar yang muncul di televisi. John Logie Baird merupakan orang pertama yang menciptakan telvisi. Kini televisi banyak digunakan oleh kaum dari muda hingga orang tua. Sedangkan pada abad ke 15 yaitu Johan gutenberg menciptakan mesin cetak ini kemudian muncullah surat koran yang masuk kedesa-desa dimana seseorang dengan cepat mengakses informasi melalui surat koran tersebut dan mampu memerluas komunikasi.

Dampak negatifnya yaitu kurangnya kesadaran seseorang atas pemakaian teknologi tersebut yang mengakibatkan udara tercemar dan kebisingan yang mengakibatkan pencemaran suara. Agar dapat membantu pembakaran lebih sempurna dan mengurangi pencemaran udara, di tempat pembakaran sampah seharusnya dipasang pengubah katalitik berbentuk platina. Akan tetapi pada praktiknya hal ini tidak dapat diterapkan apalagi untuk besi bertimbal, karena timbal ini justru malah dapat meracuni platina. Selain itu, asap kendaraan membentuk partikel

oksigen dan nitrogen yang menempel di udara, sehingga muncul awan/kabut kecoklatan yang menyebabkan gangguan penglihatan.

1. Dampak Terhadap Peningkatan Kesehatan

Dampak positif dalam upaya manusia mengurangi penyakit menular yakni dapat dilakukan dengan adanya perkembangan di kedua bidang sains dan teknologi. Dampak positif tersebut yaitu:

- a. Dampak positif yang pertama yakni dapat meningkatkan kemajuan teknologi di bidang Kedokteran, contohnya yaitu transplantasi jantung, hemodialisa, implan kornea mata, dan pasang alat pacu jantung.
- b. Selanjutnya terdapat dampak positif dalam peningkatan teknologi obat – obatan, kemajuan teknologi dibidang kedokteran ini memang hampir pasti akan berjalan beriringan dengan kemajuan teknologi di bidang obat–obatan.

Di sisi lain juga terdapat beberapa dampak negatif dari kemajuan sains dan teknologi yang ternyata dapat menyebabkan munculnya penyakit tertentu yang terjadi secara tidak langsung, yang secara umum banyak diakibatkan oleh pemanfaatan teknologi secara tidak bertanggung jawab tanpa memperhatikan unsur keamanan lingkungan dan kesehatan manusia.

2. Dampak Terhadap Sumber Daya Manusia

Dengan adanya perkembangan sains dan teknologi menimbulkan beberapa dampak positif pada sumber daya

manusia. Dampak positif tersebut yaitu telah berhasil memberi lapangan pekerjaan yang baru dan membuat banyak tenaga dan pikiran mampu ikut berperan serta karena mampu memberikan kecerdasan dan keterampilan serta mampu menaikkan kualitas sumber daya manusia. Namun terdapat dampak negatifnya dari sisi kondisi masyarakatnya, yakni bisa jadi kemajuan sains dan teknologi malah mengorbankan lapangan pekerjaan yang sudah ada, atau mempersempit lapangan pekerjaan. Ternyata pada pengembangan teknologi ini dapat mengakibatkan munculnya masalah–masalah etis yakni sebagai berikut :

- a) Kemampuan perilaku seseorang yang berubah-ubah disebabkan penemuan teknologi yang mengatur perilaku dengan cara memanipulasi rangkaian syaraf otak
- b) Tingkah laku manusia yang dilakukan demi tujuan ekonomis, untung yang didapatkan lebih banyak, namun dilakukan dengan menyalahgunakan teknologi yang ada sehingga dapat menimbulkan kerugian.
- c) Behavior control ternyata dapat memunculkan masalah etis apabila perilaku dikontrol oleh teknologi dan bukan oleh dirinya itu sendiri.

KETERAMPILAN MATEMATIKA, IPA, DAN TEKNOLOGI

A. Pendahuluan

Perubahan Pemikiran Yang harus dilakukan dalam pembelajaran matematika dari Guru ke Muridnya, dari kegiatan menghafal ke memahami, telah mengubah Pemikiran baru tentang bagaimana seharusnya matematika diajarkan. Dulu konsentrasi matematika sekolah, terletak pada proses melakukan kalkulasi sehingga tertumpu pada latihan berhitung dan menghafal fakta-fakta. Sekarang pembelajaran matematika menekankan pada pemahaman konsep dasar matematika dan pemecahan masalah. Pemahaman merupakan dasar yang harus dikuasai oleh pembelajar, karena tanpa pemahaman pembelajar akan kesulitan selain dalam mengikuti perkembangan matematika, juga dalam menyelesaikan persoalan-persoalan kontekstual yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Jika sekarang kita mulai berpikir bagaimana seharusnya keterampilan yang perlu dikuasai pembelajar dalam belajar matematika atau keterampilan yang seperti apa yang semestinya dikuasai oleh pembelajar dalam belajar matematika? Untuk menjawabnya pertanyaan tersebut paling tidak kita harus dapat menjawab beberapa pertanyaan: Apakah matematika itu? Bagaimanakah anak belajar matematika? Apakah definisi dan tujuan keterampilan belajar matematika?, selain jawaban pertanyaan tersebut ada lagi beberapa hal atau strategi jitu yang

perlu dikuasai pembelajar sehingga bisa sukses dalam belajar, di antaranya yaitu memahami pengertian keterampilan matematika, dasar – dasar dalam mempelajari keterampilan matematika, jenis - jenis dalam mempelajari keterampilan matematika, dan bagaimana cara kita dalam memahami apa itu kelebihan dan kekurangan dalam menerapkan konsep keterampilan matematika.

Dalam hal ini perlu adanya keterampilan Matematika dalam setiap pembelajaran yang akan kita lakukan sebagai tenaga pendidik, karena itu akan menunjang kita dalam memahami dan menunjang kita pada setiap pembelajaran yang kita lakukan ketika di kelas.

B. Pengertian Keterampilan Matematika

Dalam melakukan penilaian terhadap keterampilan matematika, hendaknya para pelajar membutuhkan suatu kejelasan dari gurunya dalam menentukan indikator penilaian berupa materi geometri, aljabar, fungsi, kalkulus, dan lain-lain serta penerapan lainnya yang dapat menunjang pembelajaran matematika di kelas.

Menurut Robert Gagne (Bell, 1978: 108) menyatakan bahwa keterampilan matematika adalah suatu operasi-operasi dan prosedur matematika dalam kecepatan dan ketepatan siswa. Keterampilan umumnya dicirikan dalam hal dua hal, yaitu : kecakapan atau ketepatan dan efisiensi atau kecepatan. Adanya Kedua point tersebut merupakan sesuatu hal yang dapat menunjang keberhasilan dalam mempelajari ilmu matematika

dengan kecakapan dan Efisiensi dalam setiap pembelajaran matematika yang dilakukan oleh guru kepada muridnya. Karena pada dasarnya, hal yang perlu dilakukan oleh seorang guru dalam memberikan pengajaran kepada muridnya harus dilakukan dengan strategi pembelajaran yang baik, karena itu dapat menunjang keberhasilan dalam suatu pembelajaran, khususnya dalam mempelajari matematika ini, perlu adanya keterampilan yang bermutu yang harus dilakukan oleh seorang guru.

Pembelajaran matematika ditunjang dengan Prinsip-prinsip yang telah ditentukan oleh lembaga pendidikan. Dalam hal ini, sekolah yang dirancang sedemikian rupa untuk memberi petunjuk serta arahan bagi para guru terkait dengan pendidikan matematika. Karena terdapat enam prinsip dasar untuk mencapai pendidikan matematika yang berkualitas tinggi atau berdasarkan prinsip kesetaraan, kurikulum, pengajaran, pembelajaran, penilaian dan teknologi. (Walle, 2006: 2). Prinsip pembelajaran pada dasarnya merupakan salah satu prinsip untuk mencapai pendidikan matematika yang berkualitas tinggi. Sebab, Pembelajaran Matematika yang dirumuskan oleh satuan National Council of Teachers of Mathematics atau NCTM (2000) menggariskan, bahwa siswa harus mempelajari matematika melalui pemahaman serta aktif membangun pengetahuan baru dari pengalaman dan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Agar pengetahuan yang dimilikinya semata – mata bukan pengetahuan dasarnya saja melainkan pengetahuan intinya pun harus dipahami oleh siswa dan disanalah peran guru

sangatlah diperhatikan agar para siswanya berhasil mendapatkan pengetahuan matematika yang sesuai. (Walle, 2006: 3).

Prinsip pembelajaran matematika didasari pada dua ide, ide yang pertama bahwa belajar matematika dengan pemahaman itu adalah sangatlah penting, karena matematika memerlukan kecakapan untuk berpikir dalam menyelesaikan soal-soal baru dan mempelajari ide-ide baru yang akan dihadapi pembelajar pada masa yang akan datang. Kedua, melalui pemahaman akan didorong untuk membuat dugaan atau Hipotesis tentang matematika lalu mengujinya dan mengembangkan keterampilan dengan memberi alasan yang logis. Penekanan pembelajaran matematika tidak hanya pada melatih keterampilan dan hafal fakta, tetapi pada pemahaman konsep, dalam pemahamannya tentu saja disesuaikan dengan tingkat berpikir siswa, mengingat objek matematika adalah abstrak.

Disetiap Proses pembelajaran matematika membutuhkan suatu kejelian siswa dalam memahami dan menerapkan konsep matematika yang abstrak (Nyata) dan kompleks (Menyeluruh). Kedua konsep ini baik Abstrak maupun kompleks memerlukan suatu ketepatan dan kecepatan siswa dalam terampil belajar materi matematika. Untuk itu terdapat 2 (dua) objek yang perlu diperhatikan oleh guru dalam penilaian keterampilan matematika siswa, yaitu : pertama, Ketepatan siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika, hal ini perlu dilakukan agar para siswa lebih terbiasa dalam mengerjakan soal sehingga

disetiap materi yang disampaikan guru tidak lah cepat lupa. Kedua, Kecepatan siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika, hal ini perlu dilakukan agar para siswa dapat mengasah kemampuan skil matematikanya dengan terampil dan cekatan. Sehingga Berdasarkan dari beberapa penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa keterampilan matematika siswa adalah suatu operasi matematika yang dilakukan siswa dengan tepat dalam menyelesaikan soal-soal matematika. Yang didasari dengan skil dan kemampuan pemahaman yang mumpuni.

C. Dasar-Dasar Keterampilan Matematika

Menurut Mariam Nasution (2014), terdapat 8 keterampilan dasar dalam mengajar matematika, yaitu :

1) Keterampilan Dasar Bertanya

Keterampilan dasar dalam bertanya adalah ucapan guru secara verbal untuk meminta respon para siswa. Respon yang diberikan oleh para peserta didik bisa berupa pengetahuan maupun hal-hal yang berkaitan dengan proses pertimbangan. Maka dari itu, bertanya akan menjadi sebuah stimulus yang mampu bekerja secara efektif di dalam meningkatkan kemampuan berpikir siswa.

Akan tetapi, terdapat beberapa fungsi pertanyaan di dalam proses pembelajaran yaitu:

- a) Memberikan motivasi agar siswa menemukan dan memecahkan masalah dengan kemampuannya sendiri
- b) Memberikan motivasi kepada para siswa agar mampu berperan aktif di dalam proses pembelajaran

- c) Meningkatkan minat serta rasa ingin tahu mengenai masalah atau isu yang sedang dihadapi atau dibahas
 - d) Menuntun di dalam proses berpikir siswa agar mampu memberikan jawaban yang baik sesuai dengan pertanyaan yang diajukan
 - e) Memusatkan perhatian para siswa terhadap siswa yang sedang dibahas
- 2) Keterampilan dalam memberi penguatan

Reinforcement atau penguatan merupakan sebuah respon terhadap perbuatan atau perilaku baik yang nantinya akan memicu perbuatan baik tersebut dilakukan kembali. Berdasarkan penjelasan dari Wina Sanjaya, keterampilan dasar penguatan merupakan seluruh bentuk respon yang berasal dari perubahan atau modifikasi tingkat laku guru terhadap para siswa dalam memberikan informasi maupun umpan balik terhadap respon atau perbuatan siswa.

Terdapat dua macam penguatan yang nantinya akan diberikan guru yaitu penguatan verbal serta non-verbal.

- a) Penguatan Verbal: mengungkapkan penguatan melalui kata-kata yang baik, pujian, maupun penghargaan terkait koreksi kata-kata yang diucapkan. Melalui kata-kata yang diucapkan tersebut maka siswa akan lebih termotivasi untuk selalu aktif dalam belajar dan mengikuti kegiatan pembelajaran. Contohnya, ketika siswa berhasil menjawab pertanyaan dengan benar, maka guru memberikan pujian dengan mengucapkan "sangat

bagus”, “pintar”, “tepat sekali”, dan lain sebagainya

b) Penguatan Non-verbal: mengungkapkan penguatan melalui bahasa isyarat atau memberikan tanda tertentu. Untuk jenis penguatan yang termasuk ke dalam penguatan non-verbal yaitu:

- 1) Mimik maupun gerakan guru yang menunjukkan ekspresi wajah bahagia dan ceria, senyuman, mengangkat jempol, memberikan tepuk tangan, dan lain sebagainya
- 2) Gerakan mendekati seperti menghampiri siswa atau bisa juga duduk di samping siswa tersebut. Siswa akan merasa diperhatikan dan pastinya dia akan bahagia
- 3) Memberikan penguatan dengan sentuhan langsung seperti menepuk pundak, berjabat tangan, dan lain sebagainya
- 4) Memberikan kesempatan kepada siswa tersebut untuk mengungkapkan atau mengekspresikan kemampuannya berdasarkan minat, bakat, serta kemampuannya
- 5) Memberikan simbol atau benda tertentu. Simbol tersebut diberikan berdasarkan capaian belajar dari siswa tersebut

3) Keterampilan dalam memberi variasi

Sebuah proses penguatan yang dilakukan dengan memberikan pengajaran berupa 3 komponen yaitu variasi di dalam gaya mengajar, variasi interaksi, serta variasi dalam penggunaan media. Adapun beberapa komponen terkait ketiga variasi tersebut adalah sebagai berikut:

a) Variasi di dalam gaya mengajar

- 1) Penggunaan *teacher voice* atau variasi suara
- 2) *Focusing* atau pemusatan perhatian yang sebenarnya penggunaannya masih dibedakan menjadi 6 bagian yaitu

a) Verbal focusing: memusatkan perhatian siswa melalui kata-kata misalnya amati baik-baik gambar ini, coba perhatikan, coba dengarkan, dan lain-lain

b) *Teacher silence* atau kesenyapan guru: guru secara sengaja menciptakan sebuah suasana senyap dan hening selagi menjelaskan materi kepada para siswa

c) Gestural focusing: memusatkan perhatian dengan cara memberikan syarat tertentu. Contohnya menunjukkan gambar yang ada pada dinding maupun di papan tulis

- d) *Eye contact and movement* atau mengadakan kontak langsung: ketika guru berinteraksi dengan siswanya, pandangan guru harus tertuju pada siswa tersebut dan tidak boleh mengalihkan pandangannya ke yang lain jika tidak diperlukan
- e) Gerakan badan serta mimik: berkaitan dengan ekspresi wajah, gerak badan, maupun gerak kepala
- f) *Teacher movement*: pergantian posisi guru dalam kelas

4) Variasi interaksi

Variasi yang merupakan hubungan timbal balik antar guru dengan siswa seperti dua kutub yang sedang bergerak:

- 1) Siswa mendengarkan secara pasif di mana guru akan mendominasi situasi dalam kelas
 - 2) Siswa bekerja maupun belajar secara bebas tanpa harus ada campur tangan guru
 - 3) Variasi Media dengar
 - 4) Variasi Media Taktik: sebuah kegiatan yang nantinya akan memberikan kesempatan pada para siswa agar mereka menyentuh lalu memanipulasi bahan ajar atau benda tersebut
- a) Variasi Media dan Bahan Ajar

Ada tiga komponen dalam variasi penggunaan media, yaitu:

- (a) Variasi media pandang, maksudnya Penggunaan media pandang seperti: buku, majalah, globe, peta majalah dinding, film, tv dan lain-lain.
- (b) Variasi media dengar
- (c) Variasi media taktil, maksudnya kegiatan yang memberikan kesempatan kepada anak didik untuk menyentuh dan memanipulasi benda atau bahan ajar.

b) Variasi interaksi

Variasi dalam pola interaksi antara guru dengan anak didiknya memiliki rentangan yang bergerak dari dua kutub yaitu:

- ❖ Anak didik bekerja atau belajar secara bebas tanpa campur tangan dari guru.
- ❖ Anak didik mendengarkan dengan pasif, situasi didominasi guru.

1. Keterampilan Membuka dan Menutup Pelajaran

Kemampuan berikutnya yang harus dimiliki guru matematika adalah kemampuan di dalam membuka maupun menutup pelajaran. Membuka pelajaran adalah aktivitas yang dilakukan guru untuk menciptakan suasana kelas yang kondusif. Tujuannya agar mereka siap dan fokus dalam mengikuti pembelajaran.

Dengan begitu, materi yang disampaikan dapat diserap dengan baik karena mereka sudah siap dan berkonsentrasi terhadap materi yang sedang dijelaskan. Adapun komponen yang berhubungan dengan membuka pelajaran yaitu:

- 1) Menarik perhatian siswa: ada banyak cara yang bisa diterapkan guru dalam menarik perhatian siswa. Guru bisa mengajar dengan menggunakan media tertentu atau bisa juga dengan memanfaatkan sumber belajar tertentu yang menarik dan keren
- 2) Memberikan motivasi: guru juga memiliki beberapa cara di dalam memberikan atau membangkitkan motivasi siswa. Guru bisa meningkatkan rasa ingin tahu, mengajukan pertanyaan yang hasilnya mampu mengemukakan pendapat para siswa, dan lain sebagainya
- 3) Memberikan acuan: memberikan acuan bisa dilakukan dengan cara menjelaskan apa saja poin-poin yang harus dicapai dalam pembelajaran kali ini. Guru juga bisa mengingatkan terkait masalah pokok, menjelaskan tugas apa yang harus mereka kerjakan, dan lain-lain
- 4) Membuat kaitan: guru bisa mengajukan pertanyaan seputar apersepsi, memberikan

ulasan secara garis besar tentang materi sebelumnya. Selain itu, guru juga bisa menghubungkan antara satu materi dengan materi yang lain sehingga akan membentuk satu-kesatuan

2. Keterampilan Menjelaskan

Keterampilan menjelaskan terdiri dari atas berbagai komponen sebagai berikut:

- 1) Komponen merencanakan penjelasan mencakup:
 - a) Hal-hal yang berhubungan dengan ciri khas penerima pesan dari siswa
 - b) Isi pekan yang mencakup berbagai pokok materi yang sudah dipilih serta disusun secara berurutan dan sistematis lengkap dengan contoh-contohnya
- 2) Komponen menyajikan penjelasan sebagai berikut:
 - a) Pemberian tekanan terhadap bagian-bagian yang dianggap penting. Caranya dengan memberikan penekanan suara, mengemukakan tujuan, maupun membuat ikhtisar
 - b) Kegiatan yang bisa dicapai melalui beragam cara. Misalnya berbicara dengan lancar, berbicara dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, menjelaskan beragam

istilah teknis. Kemudian guru berhenti dan mulai mengamati seperti apa respon yang diberikan para siswanya

- c) Penggunaan ilustrasi maupun contoh yang nantinya bisa menghasilkan sebuah pola pikir deduktif maupun induktif
- d) Memberikan penjelasan yang nantinya akan disajikan dengan cara melihat mimik siswa

3. Keterampilan Mengelola Kelas

Kemampuan ini berkaitan dengan bagaimana seorang guru dalam mempertahankan serta menciptakan kondisi kelas agar proses pembelajaran berlangsung secara efektif dan serasi. Komponen yang berkaitan dengan kemampuan dalam mengelola kelas antara lain:

- a) Keterampilan yang berkaitan dengan pemeliharaan maupun penciptaan suasana kelas sehingga proses pembelajaran berlangsung optimal. Untuk mewujudkan kondisi tersebut, guru bisa melakukan beberapa cara seperti membagi perhatiannya secara verbal maupun visual, menunjukkan sikap yang tanggap, memberikan instruksi dan petunjuk secara jelas, menegur secara bijaksana, dan lain-lain
- b) Keterampilan yang berkaitan dengan pengendalian suasana kelas untuk menjaga proses pembelajaran yang optimal. Keterampilan ini berhubungan dengan respon guru mengenai gangguan siswa

yang berkelanjutan. Ini dimaksudkan agar guru bisa mengadakan remedial agar tercipta kondisi belajar optimal

4. Keterampilan Membimbing Diskusi Kelompok Kecil

Komponen-komponen keterampilan membimbing diskusi sebagai berikut:

- ❖ Memusatkan perhatian siswa pada tujuan dan topik diskusi. Caranya: rumuskan tujuan dan topik yang akan dibahas, kemukakan masalah-masalah khusus, catat perubahan atau penyimpangan.
- ❖ Memperjelas masalah atau urunan pendapat.
- ❖ Menganalisis pandangan siswa.
- ❖ Meningkatkan urunan siswa.
- ❖ Menyebarkan kesempatan berpartisipasi.
- ❖ Menutup diskusi.
- ❖ Hal-hal yang harus dihindari.

5. Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil dan Perseorangan

a) Prinsip dan tujuan

Penguasaan keterampilan mengajar kelompok kecil dan perseorangan memungkinkan guru mengelola jenis kegiatan ini secara efektif dan efisien serta memainkan perannya sebagai:

- ✓ Organisator kegiatan belajar-mengajar.
- ✓ Sumber informasi bagi siswa
- ✓ Motivator bagi siswa untuk belajar
- ✓ Penyedia materi dan kesempatan belajar bagi siswa

- ✓ Pendiagnosa dan pemberi bantuan bagi yang membutuhkan.

b) Komponen keterampilan

Terdapat 4 (empat) kelompok keterampilan yang perlu dikuasai oleh guru, dalam kaitan ini sebagai berikut:

- ✓ Keterampilan mengadakan pendekatan secara pribadi
- ✓ Keterampilan mengorganisasikan
- ✓ Keterampilan membimbing dan memudahkan belajar
- ✓ Keterampilan merencanakan dan melaksanakan kegiatan belajar mengajar.

c) Prinsip penggunaan

- ✓ Variasi pengorganisasian kelas besar, kelompok perorangan tujuan yang hendak dicapai, kemampuan siswa, ketersediaan fasilitas, waktu serta kemampuan guru.
- ✓ Tidak semua topik dapat dipelajari secara efektif dalam kelompok kecil dan perseorangan.
- ✓ Pengajaran kelompok kecil yang efektif selalu diakhiri dengan suatu kulminasi berupa rangkuman, pemantapan, kesepakatan laporan, dan sebagainya.

- ✓ Guru perlu mengenal siswa secara perseorangan agar dapat mengatur kondisi belajar dengan tepat.
- ✓ Dalam kegiatan belajar perseorangan siswa dapat bekerja secara bebas dengan bahan yang disiapkan.

D. Keterampilan Proses Sains

1. Pengertian Keterampilan Proses Sains (KPS)

Keterampilan proses Sains merupakan pendekatan proses dalam pengajaran ilmu pengetahuan alam didasarkan atas pengamatan terhadap apa yang dilakukan oleh seorang ilmuwan (Rusman, 2013). Maksudnya adalah keterampilan yang dilakukan oleh para pelajar sebagai aspek pengetahuan serta pembuktian ilmu pengetahuan yang dilakukan oleh para ilmuwan dalam objek sains.

Keterampilan Proses Sains merupakan kemampuan peserta didik dalam menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan sains serta menemukan ilmu pengetahuan. Keterampilan Proses Sains sangat penting bagi setiap peserta didik sebagai bekal untuk menggunakan metode ilmiah dalam mengembangkan sains untuk memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang dimiliki, karena berkat adanya keterampilan proses sains pembelajaran yang dilakukan menjadi lebih nyata dan terbukti akan keberadaannya. (Afrizon, Ratnawulan, & Fauzi, 2012).

2. Klasifikasi Keterampilan Proses Sains (KPS)

Klasifikasi keterampilan proses sains menurut Nurpkhman (2010:4), terbagi menjadi tiga tingkatan yaitu, Basic, Intermediate, dan Advanced.

a.) Tingkatan Basic

Tingkatan Basic, dilakukan dengan melakukan kajian , yang berupa :

- Mengobservasi, yakni menggunakan indera untuk mengumpulkan informasi.
- Membandingkan, yakni menemukan persamaan dan perbedaan antara dua objek/ kejadian.
- Meengklasifikasikan, yakni mengelompokan objek atau ide dalam kelompok atau kategori berdasarkan bagian-bagiannya.
- Mengukur, Yakni memnetukan ukuran objek atau kejadian dengan menggunakan alat ukur yang sesuai.
- Megkomunkasikan, yakni menggunakan lisan, tulisan, grafik, untuk menggambarkan kejadian, aksi,atau objek.
- Membuat model, yakni membuat grafik, tulisan, atau untuk meenjelaskan ide, kejadian, atau objek.
- Merekam data, yakni menulis hasil observasi dari objek atau kejadian menggunakan gambar, kata-kata maupun angka.

b.) Tingkat Intermediate

Tingkatan Intermediate, dilakukan dengan melakukan kajian , yang berupa :

- Inferring, yakni membuat pernyataan mengenai hasil observasi yang di dukung dengan penjelasan yang masuk akal.
- Memprediksi, yakni menerka hasil yang akan terjadi dari suatu kejadian berdasarkan observasi dan biasanya pengetahuan dasar dari kejadian serupa.

c.) Tingkat Advanced

Tingkatan Advanced, dilakukan dengan melakukan kajian , yang berupa :

- Membuat Hypothesis, yakni membuat pernyataan mengenai suatu permasalahan dalam bentuk pernyataan.
- Merancang Percobaan, yakni membuat prosedur yang dapat menguji hipotesis.
- Menginterpretasikan, yakni membuat dan menggunakan tabel, grafik, untuk mengorganisasikan dan menjelaskan informasi.

3. Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)

Menurut Hartono (2007), membagi keterampilan proses sains dalam dua bagian yakni keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terpadu.

- Indikator Keterampilan Proses Sains Dasar (KPSD)

Indicator Keterampilan Proses Sains Dasar (KPSD), dilakukan dengan melakukan kajian , sebagai berikut :

- a) Observasi Atau Observing dengan indikator mampu menggunakan semua alat indera yang termasuk Indra penglihatan, pembau, pendengaran, pengecap, dan peraba. Serta digunakan untuk mengamati, mengidentifikasi, dan menamai sifat benda serta kejadian secara teliti dari hasil pengamatan.
- b) Klasifikasi atau Classifying dengan indikator mampu menentukan perbedaan, mengkontraskan ciri-ciri, mencari kesamaan, membandingkan, dan menentukan dasar penggolongan terhadap suatu objek.
- c) Pengukuran atau measuring dengan indikator mampu memilih dan menggunakan peralatan untuk menentukan secara kuantitatif dan kualitatif ukuran suatu benda secara benar yang sesuai untuk panjang, luas, volume, waktu , berat , dan lain-lain.
- d) Pengkomunikasian atau Communicating dengan indikator mampu membaca dan mengkompilasi informasi dalam grafik atau diagram, menggambar data empiris dengan grafik, tabel atau diagram, menjelaskan hasil percobaan, menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas.
- e) Menarik kesimpulan atau inferring, dengan indikator mampu membuat suatu kesimpulan tentang suatu

benda atau fenomena setelah mengumpulkan, menginterpretasi data dan informasi.

- f) Memprediksi dengan indikator mampu mengantisipasi atau membuat ramalan tentang segala hal yang akan terjadi pada waktu mendatang berdasarkan perkiraan pada pola atau kecenderungan tertentu atau hubungan antara fakta konsep dan prinsip dalam ilmu pengetahuan.

➤ Indikator Keterampilan Proses Sains Terpadu (KPST)
Indikator Keterampilan Proses Sains Terpadu (KPST), dilakukan dengan melakukan kajian , sebagai berikut :

- a. Merumuskan hipotesis (Formulating Hypothesis) dengan indikator ini mampu menyatakan hubungan antara dua variabel, mengajukan perkiraan penyebab suatu hal terjadi dengan mengungkapkan bagaimana cara melakukan pemecahan masalah.
- b. Menamai Variabel (Naming Variabels), dengan indikator mampu mendefinisikan semua variabel jika digunakan dalam percobaan.
- c. Mengontrol variabel (Controlling Variabels), dengan indikator ini mampu mengidentifikasi variabel yang mempengaruhi hasil percobaan menjaga kekonstanannya selagi memanipulasi variabel bebas.
- d. Membuat Definisi Operasional (Making Operational Definition), dengan indikator ini mampu menyatakan

bagaimana mengukur semua faktor atau variabel dalam suatu eksperimen.

- e. Melakukan Eksperimen (Experimenting), dengan indicator ini mampu melakukan kegiatan, mengajukan pertanyaan yang sesuai menyatakan hipotesis mengidentifikasi dan mengontrol variabel mendefinisikan secara operasional variabel variabel mendesain sebuah eksperimen yang jujur, menginterpretasi hasil eksperimen.
- f. Interpretasi (Interpreting), dengan indicator ini mampu menghubungkan - hubungkan hasil pengamatan terhadap objek untuk menarik kesimpulan menemukan pola atau keteraturan yang dituliskan (misalkan dalam tabel) suatu fenomena alam.
- g. Merancang Penyelidikan, (Investigating), dengan indicator ini mampu menentukan alat dan bahan yang diperlukan dalam suatu penyelidikan, menentukan variabel kontrol variabel bebas menentukan apa yang akan diamati diukur dan ditulis, dan menentukan cara dan langkah kerja yang mengarah pada pencapaian kebenaran ilmiah.
- h. Aplikasi Konsep (Appling Concepts), dengan indicator ini mampu jelaskan peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang telah dimiliki dan mampu menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.

E. Keterampilan Generik

1. Pengertian Keterampilan Generik

Keterampilan generik sains adalah keterampilan dasar yang bersifat umum, fleksibel dan berorientasi sebagai bekal mempelajari ilmu pengetahuan yang lebih tinggi atau melayani tugas - tugas bidang ilmu atau pekerjaan yang lebih luas, yaitu tidak hanya sesuai bidang keahliannya tetapi juga bidang lain. Artinya keterampilan ini dituntut agar kita sebagai pelajar tidak hanya menguasai satu ilmu saja melainkan ilmu yang lain perlu kita kuasai, karena luasnya ilmu pengetahuan sangatlah penting bagi kita sebagai pelajar didalam kehidupan. (Pumphey, dkk, 2002)

Selain itu, keterampilan generik merupakan strategi kognitif yang dapat berkaitan dengan aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor yang dapat dipelajari dan tertinggal dalam diri siswa. Selain disebut juga sebagai keterampilan dasar, keterampilan generik juga sebagai kemampuan kunci, kemampuan inti, atau kemampuan esensial. Artinya kemampuan yang didasari atas lahiriyah atau keterampilan yang berasal dari dalam diri kita sendiri dan kita harus mengembangkan keterampilan tersebut. (Rahman et all : 2011).

2. Jenis – Jenis Keterampilan Generik Sains

Adapun jenis – jenis keterampilan generik sains menurut Brotosiswoyo (2000), diantaranya terdapat 9 jenis keterampilan generik sains:

- 1) Pengamatan Langsung. Pengamatan langsung adalah mengamati objek yang diamati secara langsung. Aspek

pendidikan penting yang diperoleh dari melakukan pengamatan langsung adalah bersikap jujur terhadap hasil pengamatan kita. Aspek lainnya adalah kesadaran akan batas-batas ketelitian yang dapat diwujudkan.

- 2) Pengamatan tak langsung. Keterbatasan indra kita menyebabkan banyak gejala dan perilaku alam tidak dapat diamati secara langsung dan hanya dapat diketahui melalui pengukuran dengan menggunakan suatu alat tertentu.
- 3) Kesadaran tentang skala besaran. Dalam skala ruang ukuran, objek yang digarap terentang dari yang sangat besar (jagat raya), sampai yang sangat kecil (elektron). Sel hidup itu sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Molekul jauh lebih kecil. Hanya dengan mikroskop elektron kita dapat melihatnya.
- 4) Bahasa simbolik. Banyak perilaku alam, khususnya perilaku yang dapat diungkapkan secara kuantitatif, yang tidak dapat diungkapkan dengan "bahasa" komunikasi sehari-hari. Sifat kuantitatif tersebut menyebabkan adanya keperluan untuk menggunakan bahasa yang kuantitatif juga. Namun yang perlu dicegah adalah kebiasaan menuliskan "bahasa simbolik" yang sesungguhnya belum diketahui maknanya, sehingga hanya akan mengelabui dirinya sendiri.

- 5) Kerangka logika taat azas dari hukum alam. Ada keyakinan bahwa aturan alam memiliki sifat taat-asas secara logika(logically selfconsistent).
- 6) Inferensi logika. Inferensi merupakan kemampuan generik ditujukan untuk membuat suatu generalisasi atau mengambil suatu kesimpulan. Kesimpulan yang ditarik dapat berupa penjelasan atau interpretasi dari hasil suatu observasi atau suatu kajian atau berupa kesimpulan terhadap persoalan baru sebagai akibat logis dari kesimpulankesimpulan atau teori-teori yang ada, tanpa melihat bagaimana makna konkret sesungguhnya.
- 7) Hukum sebab akibat. Sebab akibat banyak terkait dalam prosesproses biologi sehingga kemampuan generik ini penting dilatihkan untuk pemahaman biologi. Sebab dapat diartikan sebagai hal yang mengakibatkan sesuatu sedangkan akibat adalah hasil dari sesuatu peristiwa atau perbuatan.
- 8) Pemodelan matematis. Kemampuan generik ini meliputi kemampuan membuat grafik atau kemampuan mengubah grafik ke dalam bentuk kata-kata, kemampuan membuat tabel dan menyusun data kedalam tabel, menguraikan data dari tabel ke dalam bentuk kata-kata, kemampuan membuat gambar, diagram alur tentang suatu prosedur misalnya prosedur praktikum.

- 9) Membangun konsep. Tidak semua gejala alam dapat dipahami dengan menggunakan bahasa sehari-hari. Kita harus membangun sebuah konsep atau pengertian baru yang tidak ada padanannya dengan pengertian yang sudah ada.

F. Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

1. Pengertian Berpikir Tingkat Tinggi

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau istilah lainnya adalah HOTS (Higher Order Thinking Skill). Menurut Gunawa Heri (2012:171) merupakan sebuah proses berpikir di mana murid akan memanipulasi berbagai macam informasi serta ide dengan cara tertentu agar bisa memberikan siswa pengertian serta implikasi baru.

Sementara itu, Ernawati (2017:196-197) menjelaskan bahwa berpikir tingkat tinggi merupakan sebuah cara berpikir yang bukan hanya menghafal secara verbal melainkan juga memberikan makna terhadap hakikat yang terkandung di dalamnya. Untuk memahami sebuah makna, dibutuhkan kemampuan berpikir secara integralistik dengan melakukan sintesis, analisis, asosiasi, sampai dengan menarik kesimpulan sehingga mampu mencapai berbagai ide kreatif dan juga produktif.

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, kita bisa menyimpulkan jika HOTS merupakan sebuah kemampuan yang tidak hanya sekadar menghafal, mengingat, dan menyatakan kembali melainkan sebuah kemampuan di

dalam menelaah dan mengelola informasi secara kreatif, kritis, berkreasi, serta mampu memberikan solusi. Namun pemikiran tersebut harus ilmiah dan fakta. Tujuannya agar apa yang disampaikan tidak sampai melenceng dari ketentuan atau aturan yang berlaku.

2. Indikator Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Berdasarkan penjelasan dari Krathwohl dalam Lewy, dkk (1009:16) terdapat beberapa indikator yang digunakan dalam mengukur kemampuan tingkat tinggi, antara lain:

a) Menganalisis

- 1) Melakukan analisis terhadap informasi yang didapatkan kemudian menyusun informasi tersebut menjadi bagian yang lebih kecil agar dapat menganalisis hubungan atau polanya
- 2) Merumuskan atau mengidentifikasi masalah
- 3) Menganalisis serta mampu membedakan apa saja faktor penyebab serta akibat yang berasal dari skenario yang rumit

b) Mengevaluasi

- 1) Merumuskan hipotesis, mengkritik, serta melakukan pengujian
- 2) Memberikan penilaian atau tanggapan terhadap gagasan, solusi, maupun metodologi sesuai standar atau kriteria yang ada sehingga mampu memastikan seperti apa nilai manfaat dan efektivitasnya

- 3) Menolak atau menerima pernyataan dengan berpedoman pada kriteria atau standar yang sudah ditetapkan

c) Mengkreasi

- 1) Menciptakan sebuah generalisasi dari ide atau cara pandang terkait isu atau permasalahan tertentu
- 2) Menyusun cara terkait penyelesaian masalah

3. Aspek – Aspek Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Sebenarnya kemampuan berpikir tingkat tinggi tidak terkait level KD. Apakah KD tersebut ada di level C1, C2, C3, sampai dengan C6. Hal ini karena pembelajaran yang berorientasi HOTS merupakan sebuah pembelajaran yang mencakup 3 aspek. Penjelasan terkait ketiga aspek tersebut adalah sebagai berikut:

a) Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Sebagai Transfer of Knowledge

Sebagai Transfer of Knowledge: sebuah pembelajaran yang memadukan kemampuan berpikir siswa sesuai dengan ranah kognitif, afektif, serta psikomotoriknya.

b) Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Sebagai Critical dan Creative Thinking

Sebagai Creative dan Critical Thinking: kemampuan dalam membuat penilaian yang kreatif dan logis atau masuk

akal Keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Critical and Creative Thinking) merupakan proses dimana segala pengetahuan dan keterampilan dikerahkan dalam memecahkan permasalahan yang muncul. Sesuai dengan pembahasan diatas keterampilan berpikir pada tingkatan ini dituntut agar para pelajar selalu hati – hati dalam bertindak dan mengutarakan pendapat mengenai pengetahuan yang disampaikannya agar tidak terdjadi miss Communication.

c) Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Sebagai Problem Solving

Problem solving adalah suatu metode dalam memecahkan suatu permasalahan. Idealnya aktivitas pembelajaran tidak hanya difokuskan pada upaya mendapatkan pengetahuan sebanyak-banyaknya. Artinya para pelajar dituntut dalam berpikir harus menemukan pemecahan masalah yang efektif dan efisien agar permasalahan yang sedang dihadapi dapat diselesaikan secara instan dan mudah.

A. Pendahuluan

Sains dan teknologi sangat berkembang pesat, itu bisa dilihat dengan penggunaan dan pemanfaatan produk teknologi dalam segala aspek kehidupan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Namun, produk teknis ini bisa mempengaruhi manusia dan seluruh lingkungannya. Untuk mengatasi dan mengendalikan dampak negatif yang dihasilkannya membutuhkan sumber-sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu menguasai sains dan teknologi, agar bisa mengikuti perkembangan ilmiah dan teknologi.

Carin & Sund (1989: 4) percaya bahwa ilmu alam (IPA) adalah cara untuk memahami alam semesta dengan mengumpulkan data melalui observasi dan eksperimen control meliputi fakta, konsep, hukum dan teori sebagai produk. Melalui metode ilmiah (scientific method) dan karya Sains (bekerja secara ilmiah) merupakan bagian dari proses yang didukung oleh sikap dan nilai ilmiah. Memiliki pengetahuan tentang alam semesta dan keterampilan ilmiah (menguasai metode ilmiah dan mampu melaksanakan karya ilmiah), dengan sikap mulia, mampu menggunakan ilmu untuk menyelesaikannya masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah kita tidak akan luput dari mempelajari pengetahuan sains. Pengetahuan sains atau sientifik merupakan pengetahuan yang mendasari

pengalaman empiric dan sebuah eksperimen. Prinsip tersebut menjadikan pengetahuan sains sebagai kekuatan yang memiliki kedudukan tinggi. Menurut Mannoia, 1980: Adrian, 2002), bahwa keunggulan sains terbagi menjadi 3 yakni, 1. Inter-subjektif, 2. Teruji dan 3. Bersifat universal.

Penelitian-penelitian telah banyak dilakukan dan dipublikasikan mengenai metode-metode pembelajaran sains yang efektif. Dengan cara belajar atau metode pengajaran sains yang efektif akan menimbulkan minat siswa terhadap ilmu pengetahuan (sains). Siswa akan termotivasi untuk aktif dalam mempelajari sains, menambah literasi sains, dan dapat mengembangkan pencapaian belajar terhadap dunia sains. Dalam penelitian Zurida, et al. (2005) dikatakan bahwa guru harus mengetahui konsep pengajaran dan pembelajaran yang sesuai dengan kaidah-kaidah sains. Pendekatan konstruktivisme merupakan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan metode atau konsep pembelajaran sains. Pendekatan ini bertujuan untuk membina siswa dalam mengambil makna dalam proses menerima dan mempelajari kegiatan sains. Selain itu, pendekatan inkuiri juga sesuai dengan pendekatan pembelajaran di bidang sains. Dimana pendekatan inkuiri ini melibatkan siswa dalam membina pemahaman pengetahuan secara aktif dan saintifik.

Para pengajar atau guru-guru sains menggunakan corak tradisional hanya untuk kepentingan dalam memenuhi keperluan kurikulum saja. Akan tetapi, dalam pengaplikasian saat proses belajar mengajar metode pembelajaran sains perlu diterapkan

untuk siswa dalam mendidik keterampilan dan kemampuannya di bidang Pendidikan. Sehingga, siswa dapat mengembangkan aktifitas atau minat dan bakat yang kreatif dalam mengasah daya imajinasi selain menguasai pengetahuan dan keterampilan dasarnya dan dapat memberikan pandangan yang sesuai dengan kurikulum abad ke-21. (Con, 2004).

B. Pengertian IPA dan Teknologi

Secara umum, sains ini memiliki makna ilmiah. Oleh karena itu, sains didefinisikan sebagai kumpulan ilmu pengetahuan secara sistematis. Umumnya, istilah sains termasuk sains ilmu social (IPS) dan sains pengetahuan alam (IPA). Kata sains diartikan sebagai sains pengetahuan alam (IPA) atau ilmu alam. Depdiknas (2011) mengatakan That Natural Science (IPA) terkait dengan pemahaman berbagai fenomena alam sistematis. Oleh karena itu, ilmu pengetahuan bukan hanya penguasaan ilmu berupa fakta, konsep, dan prinsip, melainkan proses penemuan. (Rahayuni, 2016). Berikut ini adalah definisi IPA dari beberapa para ahli:

1. Menurut (Trianto, 2014) mendefinisikan bahwa sains sebagai kumpulan teori secara sistematis, dan aplikasinya biasanya terbatas pada fenomena alam, lahir, dan berkembang melalui metode ilmiah, seperti pengamatan dan eksperimen membutuhkan sikap ilmiah. Ilmu memungkinkan siswa untuk memiliki pengetahuan, gagasan dan konsep terorganisasi di sekitar lingkungan alam yang diperoleh melalui pengalaman serangkaian

proses ilmiah. Sebagai suatu proses sains, yaitu mengacu pada semua aktivitas ilmiah pengetahuan alam yang sempurna, dan mencari ilmu baru. Sehingga, proses pembelajaran ilmiah menekankan pada metode keterampilan proses sampai siswa menemukan fakta untuk menetapkan konsep, teori, dan sikap ilmiah untuk mencapai tujuan pembelajaran (Prasasti, 2017).

2. Untuk mencapai tujuan dari pembelajaran, dapat dilihat dari suatu keterampilan proses sains selama pembelajaran yang juga didukung oleh hasil belajar yang diperoleh siswa setelah melewati proses belajar. Menurut (Sanjaya, 2012) mendefinisikan bahwa hasil belajar merupakan tolak ukur keberhasilan sistem pembelajaran. kemahiran dalam keterampilan proses ilmiah akan memberikan hasil belajar yang terbaik.
3. Collete dan Chiappetta (1994) mendefinisikan bahwa sains itu pada hakikatnya merupakan: (1) Sekumpulan pengetahuan (a body of knowledge); (2) Sebagai cara berpikir (a way of thinking); dan (3) Sebagai cara penyelidikan (a way of investigating). Sains harus dianggap sebagai cara berpikir keras untuk memahami alam ,sebagai cara untuk menyelidiki gejala, dan sebagai kumpulan ilmu yang didapat dari proses survei. Sains adalah cara berpikir dan cara penelitian untuk mencapai ilmu alam (Prasetyo, 2013).

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah ilmu sistematis, dapat mengembangkan pemahaman dan penerapan menjadi konsep produk. Dalam kasus ini, yang harus dimiliki peserta didik yaitu kemampuan kerja siswa Ilmiah yang diiringi dengan sikap ilmiah yang akan diperoleh berupa fakta-fakta, konsep, hukum dan teori.

Teknologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *technologia*, berasal dari kata *techne*, bermakna "wacana seni". Teknologi adalah perkembangan media atau alat yang digunakan untuk menangani dan mengendalikan masalah dengan lebih efektif. Sekilas, kita berpikir bahwa teknologi merupakan sesuatu yang asing dan hanya didapatkan pada zaman ini. Namun, apabila melihat kembali pada sejarah tentulah kita tahu bahwa teknologi sudah ada sejak lama dan hal tersebut merupakan suatu gejala kontemporer karena setiap zaman memiliki teknologinya sendiri. Ilmu pengetahuan sangat erat sekali hubungannya, ilmu pengetahuan alam merupakan dasar ilmiah dari teknologi, sedangkan teknologi itu merupakan penerapan sehari-hari dari ilmu pengetahuan alam.

C. Keanekaragaman IPA dan Teknologi dalam Pembelajaran

Keterampilan IPA dan teknologi dalam pembelajaran mencakup empat keterampilan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Keterampilan Matematika

Matematika merupakan ilmu yang memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Matematika memiliki keunggulan karena dapat diterapkan dalam berbagai aspek termasuk teknologi. Matematika dapat mengembangkan mentalitas yang baik yang harus dimiliki siswa, serta meningkatkan hasil belajar yang baik. Setiawati (2013) mengemukakan peran pembelajaran matematika adalah melatih siswa yang memiliki kemampuan berpikir, termasuk siswa yang dapat berpikir untuk mendorong siswa agar terbiasa dengan pemikiran atau kebiasaan mental. Keterampilan belajar matematika adalah kemampuan seseorang untuk memecahkan masalah numerik dengan benar dan tepat. Keterampilan belajar matematika ditunjukkan dengan kemampuan menyampaikan materi dengan benar dan menyelesaikan materi dengan benar.

2. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains adalah suatu kemampuan peserta didik dalam menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan sains serta menemukan ilmu pengetahuan. Setiap peserta didik memerlukan keterampilan proses sains dengan menggunakan metode ilmiah dalam mengembangkan sains, yang bertujuan untuk mendapatkan pengetahuan yang baru sekaligus dapat mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki oleh peserta didik. (Afrizon, 2012). Selain itu, pendekatan keterampilan proses ini dilakukan berdasarkan atas penelitian yang dilakukan oleh

para ilmuwan dalam pengajaran ilmu pengetahuan alam. (Rusman, 2013).

Dalam kegiatan belajar mengajar sangat penting dilakukannya pendekatan keterampilan proses sains karena akan menentukan keberhasilan dalam belajar. Pelatihan dan pengembangan keterampilan proses ilmiah siswa akan sangat baik, tidak hanya bermanfaat bagi pelajar sebagai proses membangun pengetahuan dalam belajar, tetapi juga berguna dalam kehidupan sehari-hari. Jadi, keterampilan proses ilmiah sangat penting bagi siswa untuk memilikinya, karena sebagai persiapan dan pelatihan mendalam menghadapi realitas kehidupan sosial. Selain itu, siswa dilatih berpikir untuk memecahkan masalah itu secara logis di dalam komunitas atau yang ada di masyarakat.

3. Keterampilan Generik

Keterampilan generic atau lebih dikenal dengan sebutan soft skill, keterampilan umum, keterampilan penting, keterampilan kunci, keterampilan, dasar, keterampilan kerja, keterampilan yang harus diajarkan dan keterampilan yang diperlukan kompetensi keterampilan. (Yassin, dkk, 2008). Menurut Gibb (2002), kemampuan generik merupakan kemampuan intelektual hasil perpaduan atau interaksi kompleks antara pengetahuan dan keterampilan. Kemampuan generik mengacu pada strategi yang kognitif tetapi tidak mengacu pada disiplin ilmu.

Yassin (2008) keterampilan generik menjadi tiga kategori yaitu keterampilan diri, kemampuan komunikasi, dan

kemampuan memecahkan masalah. Adapun menurut NCVER (2003), daftar keterampilan generik memiliki enam elemen umum yaitu:

a. Keterampilan dasar

Keterampilan dasar merupakan keterampilan standar atau kemampuan yang harus dimiliki oleh setiap pengajar. Keterampilan ini merupakan hasil dari proses pendidikan yang diselenggarakan oleh lembaga pendidikan dan melekat pada profesinya.

b. Orang yang terkait keterampilan

Orang yang terkait keterampilan atau orang yang mempunyai keterampilan, maka akan membawa orang tersebut menjadi lebih sukses. Contohnya, orang yang memiliki keterampilan desain grafis dimana keterampilan ini digunakan sebagai pekerjaan di bidang komunikasi visual yang berhubungan dengan grafika (cetakan) atau disebut juga bidang dua dimensi. Oleh karena itu, kemampuan dalam desain grafis menjadi informasi yang dapat diterima oleh public.

c. Konseptual atau keterampilan berpikir

Berpikir adalah bagian penting dari kehidupan manusia. Inilah ciri yang membedakannya dengan makhluk lain. Pikiran kita menentukan bagaimana kita merencanakan hidup kita, menetapkan tujuan dan membuat keputusan. Manusia memiliki otak yang luar biasa dalam penciptaan. Ada banyak fakta tentang otak manusia yang seringkali tidak diketahui, dan banyak

orang mungkin tidak mengetahuinya. Sayangnya, pengetahuan tentang kemampuan otak yang luar biasa tidak mengikuti aktivitas melatih otak untuk kemampuan berpikir terbaik. Dalam penelitian ilmiah dikatakan bahwa setiap manusia memiliki potensi otak yang kuat. Melalui pembelajaran dan latihan berkelanjutan, Anda dapat memaksimalkan potensi otak Anda. Ini terjadi karena selama pembelajaran dan pelatihan, otak mengulangi informasi di sepanjang jalur neuron untuk membentuk koneksi saraf baru. Inilah mengapa otak bisa menjadi lebih pintar.

Keterampilan berpikir dapat membantu siswa mengenali dan menemukan masalah. Dengan kemampuan berpikir ini siswa dapat merumuskan masalah dengan menyesuaikan tujuan yang ingin dicapai. Selain itu, siswa akan lebih mudah memperkirakan hambatan yang mungkin mereka hadapi dan cara mengatasinya. Proses berpikir kompleks disebut juga dengan proses berpikir lanjutan, yang meliputi empat jenis yaitu pemecahan masalah, pengambilan keputusan, berpikir kritis, dan berpikir kreatif.

d. Keterampilan pribadi

Setiap pekerjaan akan mengutamakan keterampilan yang dimiliki oleh masing-masing individu. Seseorang yang memiliki keterampilan yang kuat, umumnya akan bekerja dengan baik dengan oranglain. Individu dengan memiliki karakter yang kuat akan mudah

dalam berkomunikasi terkait gagasan, penjelasan ataupun menjadi penyimak yang baik.

- e. Keterampilan yang berkaitan dengan dunia usaha
- f. Keterampilan yang berhubungan dengan masyarakat

Ada tiga ciri keterampilan generic Menurut Professional Standard Council (2004), yaitu :

1. Keterampilan generik yang diteliti dalam dunia kerja sangat bergantung kepada nilai-nilai dan atribut personal. Contohnya, kemampuan komunikasi tiap individu akan berkaitan dengan integritas, nilai-nilai etis, kejujuran, percaya diri, pemahaman terhadap topik serta memperhatikan setiap detail dari topik lanjutan.
2. Di dalam dunia kerja, keterampilan generik seringkali beririsan dengan keterampilan teknis. Contohnya, keterampilan generik dan keterampilan teknis akan dibutuhkan dalam menyiapkan atau Menyusun laporan.
3. Keterampilan generik cenderung "bergantung-konteks". Contohnya, menurut seorang tenaga kerja keterampilan generik dilakukan dalam melakukan perencanaan dan pengkoordinasian. Namun, perencanaan dan pengkoordinasian tersebut merupakan bagian dari keterampilan teknis dimana kegiatan tersebut melibatkan Teknik-teknik dalam melakukan prosedur dan dalam penggunaan aplikasi computer menurut seorang manager.
4. Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Pada tahap pendidikan tinggi, peserta mewajibkan siswa untuk menjadi lebih dan mampu memahami dalam menggunakan konsep, tetapi juga mampu menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan suatu konsep yang telah dipelajari (Hanoum, 2014). Jika mengacu pada Bloom's Revised Taxonomy (Krathwohl, 2002), aspek pengetahuan, pemahaman, dan penerapan membutuhkan keterampilan berpikir tingkat rendah hingga sedang, sedangkan aspek analisis, evaluasi, dan kreasi membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Perbedaan antara keterampilan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan berpikir tingkat rendah adalah proses kognitif yang terjadi ketika proses pembelajaran berlangsung. Semakin dalam dan kompleks proses kognitif yang berlangsung, maka akan semakin tinggi pula pemahaman dan tingkat retensi yang dihasilkan.

Untuk mengembangkan keterampilan pemikiran tingkat tinggi, pendidik perlu menciptakan suasana belajar yang mendukung, dan menggunakan strategi belajar yang bias dipelajari, nyaman bagi siswa untuk melakukan proses berpikir tingkat tinggi. Salah satu cara itu bisa dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran yang tepat, tidak hanya dapat membantu siswa memahami materi pembelajaran, tetapi juga membuat siswa aktif dalam proses pesan atau materi yang perlu dikuasai. Dengan perkembangan teknologi, media pembelajaran berbasis teknologi tumbuh dan menjadi lebih mudah dimodifikasi dan digunakan untuk tujuan tertentu belajar atau pembelajaran.

Bloom's Taxonomy memberikan klasifikasi target atau tujuan pembelajaran yang terukur berisi tiga domain yaitu domain afektif, psikomotor, dan kognitif. Dalam lingkup domain kognitif, terdapat enam tingkatan keterampilan berpikir yaitu pengetahuan (knowledge), pemahaman (comprehension), pengaplikasian (application), analisis (analysis), sintesis (synthesis), dan evaluasi (evaluation). Adapun Bloom's revised taxonomy yang dikembangkan oleh Anderson terdiri dari: mengingat (remember), memahami (understand), mengaplikasikan (apply), menganalisis (analyze), mengevaluasi (evaluate) dan menciptakan (create) (Hanoum, 2014).

- a. Mengingat adalah sebuah proses menarik kembali informasi yang relevan dari memori jangka panjang. Proses ini melibatkan aktivitas mengenali (recognizing) dan mengingat kembali (recalling).
- b. Memahami adalah sebuah proses menentukan makna dari informasi yang diterima baik melalui komunikasi lisan, tulisan atau grafis. Proses ini melibatkan aktivitas menafsirkan (interpreting), memberikan contoh (exemplifying), mengklasifikasikan (classifying), merangkum (summarizing), mengambil kesimpulan (inferring), membandingkan (comparing), dan menjelaskan (explaining).
- c. Mengaplikasikan adalah sebuah proses menyelenggarakan atau menggunakan suatu prosedur

- dalam situasi tertentu. Proses ini melibatkan aktivitas eksekusi (executing) dan menerapkan (implementing).
- d. Menganalisa adalah proses pemecahan material yang terbagi menjadi beberapa bagian dan mendeteksi bagaimana bagian-bagian tersebut terkait satu sama lain dan terkait pada keseluruhan struktur atau tujuan. Proses menganalisa ini melibatkan aktivitas membedakan (differentiating), mengorganisasikan (organizing), dan menghubungkan (attributing).
 - e. Mengevaluasi adalah proses membuat penilaian berdasarkan pada kriteria dan standar tertentu. Proses ini melibatkan aktivitas mengecek (checking) dan mengkritisi (critiquing).
 - f. Menciptakan adalah proses menggabungkan elemen-elemen untuk membentuk suatu keseluruhan yang baru dan terhubung secara logis atau membuat sebuah produk yang original. Proses ini melibatkan aktivitas menghasilkan (generating), merencanakan (planning), dan memproduksi (producing).

D. Pengaruh Perkembangan IPA dan Teknologi terhadap Keterampilan Pembelajaran

Keterampilan IPA dan Teknologi merupakan sebuah bentuk pendekatan pembelajaran yang memacu pada keterampilan atau proses sains. Menurut Djamhur dalam Devi (2001), salah satu pendekatan keterampilan proses dalam kegiatan pembelajaran akan melatih siswa dalam

mengembangkan keterampilan terkait cara berpikir, berproses dalam suatu tindakan yang ilmiah. Proses pembelajaran ini dirancang untuk lebih mengetahui keterampilan siswa dalam menentukan fakta-fakta ilmiah, menemukan teori-teori, dan menemukan konsep-konsep ilmiah yang dapat mengembangkan keterampilan ilmiah alami siswa itu sendiri (Nuryani, 1992).

Dalam melaksanakan pembelajarannya, para siswa dari segala jenjang dan dalam setiap ranah sains (IPA) tentulah harus memiliki keterampilan terkait sains dan teknologi. Hal tersebut untuk memudahkan para siswa dari setiap jenjang mengasah dan mengembangkan keterampilan yang dimilikinya serta melakukan pengembangan dengan cara-cara yang menunjukkan kemampuan keterampilan di bidang sains maupun teknologi.

Kemampuan-kemampuan dasar yang diperlukan untuk mengembangkan keterampilan IPA dan Teknologi menurut The National Academy of Science (1996) dalam buku National Science Education Standard adalah :

- a. Mengidentifikasi Pertanyaan-Pertanyaan Yang Dapat Dijawab Melalui Penyelidikan Ilmiah

Siswa mengembangkan dan memfokuskan ulang terkait pertanyaan luas, pertanyaan yang umum, ataupun pertanyaan yang diidentifikasi kurang baik dan kurang tepat. Aspek penting dari kemampuan ini terdiri dari kemampuan siswa untuk memperjelas pertanyaan-

- pertanyaan dan mengarahkan pertanyaan-pertanyaan tersebut ke dalam fenomena dan objek-objek yang dapat dideskripsikan, dijelaskan atau diprediksikan oleh penyelidikan dan penelitian-penelitian ilmiah. Para siswa dari setiap jenjang haruslah mampu untuk menyeimbangkan kemampuan dalam mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan dengan konsep-konsep ilmiah dan hubungan kuantitatif yang mendukung dalam melakukan penelitian-penelitiannya.
- b. Merancang Dan Melaksanakan Suatu Penyelidikan Ilmiah
Siswa melakukan rancangan observasi yang terstruktur, melakukan penyelidikan ilmiah, melakukan suatu penyelidikan ilmiah secara kuantitatif, dan mengidentifikasi factor-faktor yang terjadi ketika merancang sebuah penyelidikan ilmiah. Selain itu, siswa dapat merumuskan pertanyaan-pertanyaan dan tujuan diadakannya penyelidikan, mengubah penyelidikan, menafsirkan data, mengumpulkan bukti-bukti ilmiah untuk menghasilkan penjelasan, serta dapat mengkritik tentang penjelasan dan prosedur ilmiahnya.
- c. Menggunakan Teknik Dan Prosedur Yang Tepat Untuk Mengumpulkan, Menganalisa Dan Menafsirkan Data
Siswa mampu mengumpulkan, menerima, mengakses, menelusuri dan mengorganisasi data, menggunakan teknik dan prosedur yang sesuai dengan memanfaatkan teknologi yang dirancang khusus untuk tercapainya tujuan ini.

d. Mengembangkan Deskripsi Mengenai Penjelasan, Prediksi Dan Model-Model Menggunakan Fakta-Fakta Ilmiah

Siswa mendasarkan penjelasannya pada apa yang diamati, ketika mengembangkan keterampilan-keterampilan kognitif, siswa dapat membedakan penjelasan dari deskripsi, menjelaskan sebab-sebab dari berbagai variabel dan memantapkan hubungan berdasarkan bukti dan argument yang logis.

e. Berpikir Kritis Dan Logis Dalam Membuat Hubungan Antara Bukti Dan Penjelasan

Siswa dapat mereview sebuah data dari sebuah eksperimen sederhana, merangkum data, dan membentuk sebuah argument logis tentang sebuah hubungan sebab akibat dalam eksperimen tersebut.

f. Mengenali Dan Menganalisa Alternative Prediksi

Siswa dapat mengembangkan kemampuan dalam keterampilannya untuk menyimak pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh siswa lainnya dan menghargai penjelasan-penjelasan yang diberikan siswa lainnya tersebut. Serta tetap terbuka dalam menerima gagasan dan penjelasan yang bervariasi, dan dapat mempertimbangkan penjelasan alternative.

g. Mengkomunikasikan Prosedur Dan Penjelasan Ilmiah

Siswa memiliki kemampuan untuk mengkomunikasikan metode-metode eksperimen secara ilmiah, mengikuti petunjuk, mendeskripsikan mengenai observasi yang telah dilakukan, menyimpulkan hasil-hasil lainnya, dan

menceritakan penjelasan dan penyelidikan secara sistematis dan logis menurut ilmiah dengan dibuktikan dengan data-data yang akurat kepada siswa-siswi lainnya.

- h. Menggunakan Matematika Dalam Seluruh Aspek Ilmiah
Siswa dapat mengajukan, mengumpulkan, mengorganisasi, dan menyajikan data untuk mensistematiskan penjelasan yang jelas berdasarkan konsep ilmiah untuk menjadi pegangan materi yang kuat.

A. Pendahuluan

Kemajuan suatu negara berhubungan dengan kualitas SDM (sumber daya manusia) yang dimiliki di suatu negara tersebut. Kualitas sumber daya manusia sangat erat kaitannya dengan pembangunan pendidikan. Dalam menciptakan suasana yang menyenangkan dalam proses pengajaran. Proses pembelajaran yang baik akan meningkatkan segala potensi yang ada pada diri siswa.

Mempelajari Sains (MIPA) sangat penting dalam segala aspek karena perlu dikaji untuk menjadikannya masyarakat berfikir secara ilmiah namun tetap memiliki ciri nasional. Sebagai pusat perubahan, sekolah perlu melakukan upaya serius dalam mendidik berdasarkan ciri dan budaya bangsa. Pendidikan MIPA membantu masyarakat mengembangkan dirinya dalam bentuk suatu proses, memungkinkan mereka menghadapi segala perubahan dan masalah dengan sikap terbuka dan cara-cara kreatif tanpa kehilangan jati dirinya.

Untuk mewujudkan pendidikan sains yang baik dalam menghadapi permasalahan global dan peningkatan kualitas sumber daya manusia, telah disusun rencana pembangunan untuk meningkatkan kualitas dan kualitas prestasi pendidikan di bidang keilmuan. Oleh karena itu yang terpenting adalah pengembangan pengetahuan, problem solving, sikap dan keterampilan MIPA.

Pengembangan MIPA saat ini sangat pesat. Terbukti dengan adanya teknologi yang semakin canggih dengan berbagai inovasi yang tersebar luas penjuru dunia. Semua itu, hasil dari pengembangan pendidikan sains (MIPA). Khususnya di Indonesia, terbukti adanya lembaga – lembaga yang didirikan dengan tujuan mengembangkan kreatifitas peserta didik dalam bidang sains, seperti Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DILITABMAS).

B. MIPA untuk Pengembangan Pengetahuan

Pengertian sains sendiri secara sederhana dapat diartikan sebagai konstruksi ilmu yang dihasilkan dari pengelompokan sistematis berbagai penemuan ilmu pengetahuan sejak zaman dahulu kala, atau secara umum disebut sebagai produk ilmu. Produk yang dimaksud adalah fakta, prinsip, model, hukum alam, dan berbagai teori yang merupakan bidang ilmu pengetahuan, biasanya diibaratkan dengan bangunan tempat dimana hasil berbagai kegiatan ilmiah berdasarkan penemuan-penemuan sebelumnya. Sains juga bisa berarti cara khusus untuk memecahkan masalah. Metode ilmiah bersifat menentukan, dan sains dianggap sebagai metode yang efektif untuk menyelesaikan masalah keilmuan, yang juga memungkinkan sains untuk terus berkembang dan merevisi berbagai pengetahuan yang ada (Sumintono, 2010).

Teori-teori sains terus berkembang pesat, menggantikan berbagai teori yang telah terbukti keliru setelah dilakukan konfirmasi atau perbaikan eksperimental dan suplementasi teori-teori yang ada. Teori adalah struktur yang biasanya dibangun secara logis dan matematis untuk menjelaskan fakta ilmiah tentang alam (Sumintono, 2010).

Perkembangan teori atom telah memberi kita contoh konkret tentang sifat eksperimental teori ilmiah. Ini karena teori atau hukum alam dalam sains adalah generalisasi atau ekstrapolasi dari observasi, bukan observasi itu sendiri. Pada pengamatan itu sendiri pada dasarnya selalu tidak akurat, atau tidak dapat menjelaskan semua aspek yang harus diamati. Misalnya, interpretasi model atom: model atom Dalton mengemukakan bahwa atom merupakan bola pejal. Model atom Thompson mengemukakan bahwa atom seperti roti kismis dimana didalam atom bermuatan positif dan negatif. Model atom Rutherford mengemukakan bahwa atom memiliki inti yang positif dan terdapat electron yang mengelilinginya. Model atom Bohr mengemukakan bahwa atom terdiri dari inti atom mengandung proton dan neutron yang berputar dalam orbitnya atau bisa disebut sebagai kulit atom. Oleh karena itu, unsur ketidakpastian dan relativitas menjadi penting dalam ilmu pengetahuan modern yang terus berkembang (Sumintono, 2010).

Menurut (Syofyan & Halim, 2016) Sains secara pragmatis dapat ditinjau menurut fungsi-fungsinya yaitu:

1. Sains membantu manusia berpikir dalam pola sistematis.

2. Sains dapat menjelaskan gejala alam serta hubungan satu sama lain.
3. Sains dapat digunakan untuk meramalkan gejala alam yang akan terjadi berdasarkan pola gejala alam yang dipelajari.
4. Sains digunakan untuk menguasai alam dan mengendalikannya demi kepentingan manusia.
5. Sains digunakan untuk melestarikan alam karena sumbangan ilmunya mengenai alam.

C. MIPA untuk Pengembangan Pengetahuan Problem Solving

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, guru dituntut untuk menggunakan metode pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, yaitu metode yang dapat memaksimalkan partisipasi siswa dalam pembelajaran, yaitu metode yang lebih melibatkan siswa akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan pemahaman dan aktivitas berpikir kritis di kelas. Tujuan tersebut dapat terwujud dengan menggunakan metode pembelajaran problem solving (Syofyan & Halim, 2016).

Pengertian Problem Solving adalah suatu metode pemecahan masalah yaitu suatu metode pengajaran yang dapat memotivasi orang untuk secara aktif menganalisis dan mensintesis masalah yang berbeda dalam suatu kesatuan struktur atau situasi. Cara ini membutuhkan kemampuan untuk dapat melihat hubungan sebab akibat atau relasi antar berbagai

data sehingga pada akhirnya dapat dicari solusinya (Sutarmi & Suarjana, 2017).

Menurut (Sutarmi & Suarjana, 2017) Problem solving melatih siswa untuk berlatih mencari informasi dan mengecek informasi dengan sumber lain. Metode ini juga melatih siswa untuk berpikir kritis serta melatih siswa untuk memecahkan masalah. Dengan cara tersebut, melalui penerapan metode problem solving siswa dapat lebih memahami bagaimana menyelesaikan masalah yang akan mereka hadapi. Saat menghadapi dan memecahkan masalah di lingkungan yang sebenarnya, siswa akan mendapatkan pengalaman pemecahan masalah agar dapat diterapkan dalam kehidupan nyata. Manfaat menerapkan metode problem solving adalah:

1. Mendidik murid untuk berpikir secara sistematis.
2. Mendidik berpikir untuk mencari sebab akibat.
3. Bersikaplah terbuka terhadap opini dan mampu membuat penilaian dalam memilih keputusan.
4. Dapat menemukan berbagai cara untuk menyelesaikan masalah.
5. Jangan mudah menyerah dalam menyelesaikan masalah.
6. Pahami dasar dari rencana yang dipikirkan dengan matang.
7. Belajar bertanggung jawab atas keputusan yang dibuat dalam memecahkan masalah.
8. Belajar menganalisis masalah dari semua aspek.
9. Memberi pelajaran bahwa di setiap kesulitan memiliki cara untuk menyelesaikannya.

Metode problem solving bukan hanya metode pengajaran, tetapi juga cara berpikir, karena dalam menyelesaikan masalah dapat menggunakan metode lain mulai dari pencarian data hingga kesimpulan. Langkah-langkah metode ini antara lain:

1. Adanya masalah yang jelas untuk dipecahkan.
2. Mencari data atau keterangan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut.
3. Menetapkan jawaban dugaan sementara dari masalah tersebut.
4. Menguji kebenaran jawaban sementara tersebut bisa dengan cara mencari informasi dari sumber yang lain dan juga bisa dengan berdiskusi dengan teman yang lainnya.
5. Menarik kesimpulan dari masalah yang ada (Sutarmi & Suarjana, 2017).

D. MIPA untuk Pengembangan Sikap dan Keterampilan

MIPA untuk mengembangkan sikap dan keterampilan dapat dilakukan dalam dua tahap. Yang pertama melibatkan upaya mengembangkan sikap, yang dianggap sebagai ciri yang dikembangkan oleh para ilmuwan dan akan membantu siswa memecahkan masalah yang serupa sikap tersebut meliputi:

1. Mengetahui bahwa sebelum membuat klaim intelektual itu perlu adanya bukti.
2. Mengetahui perlunya berhati-hati saat percobaan/pengamatan.

3. Kemauan untuk mempertimbangkan interpretasi lain yang juga masuk akal.
4. Kemauan untuk melakukan aktivitas percobaan secara hati-hati.
5. Kemauan untuk mempertimbangkan hasil interpretasi lainnya.
6. Mengakui keterbatasan penyelidikan secara ilmiah (Sumintono, 2010).

Tahap kedua adalah mengembangkan sikap khusus terhadap alam atau landasan karir masa depan, seperti sikap terhadap sains. Sikap tersebut, misalnya:

1. Kesadaran bahwa sains dapat membantu memecahkan masalah baik pribadi atau global.
2. Antusias terhadap pengetahuan ilmiah dan metodanya.
3. Mengakui pentingnya pemahaman ilmiah di dunia modern.
4. Fakta bahwa pengetahuan ilmiah dapat digunakan untuk tujuan baik dan jahat
5. Suatu pemahaman hubungan antara sains dan bentuk aktivitas manusia lainnya.
6. Suatu pengakuan bahwa pengetahuan dan pemahaman sains berbeda dengan yang dilakukan sehari-hari (Sumintono, 2010).

Berbagai sikap dan keterampilan di atas jelas berkaitan dengan sains dan berpotensi untuk terus berkembang, terutama saat siswa mengikuti kelas sains di sekolah. Perkembangan sikap

ini biasanya merupakan akibat tidak langsung dari semua pengalaman di sekolah dan dunia luar (Sumintono, 2010).

Latihan pemecahan masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Penelitian tentang penerapan berpikir kreatif berbasis laboratorium dan berpikir kritis sangat berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif. Terdapat lima tolok ukur untuk mencirikan kemampuan berpikir kreatif, yaitu: kelancaran (kefasihan), fleksibilitas, keaslian (originalitas), dekomposisi (elaborasi), dan reformulation (redefinisi) (Nuswowati & Taufiq, 2015).

A. Pendahuluan

MIPA merupakan singkatan dari Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Yang berasal dari penggabungan dua cabang keilmuan besar yaitu matematika dan ilmu pengetahuan alam dengan tujuan kedua ilmu ini dapat saling menjunjung satu sama lain dalam menyajikan atau mengembangkannya.

Adapun hakikat Ilmu Pengetahuan Alam sebagai keilmuan yang dibina dan direkat di sekeliling tiang pembantu matematika dimana IPA berkaitan erat dengan Matematika yang kemudian diikat dan menjadi satu spektrum ilmu pengetahuan yang sejak zaman dahulu masih menjadi sumber pemikiran teknologi yang mendukung lahirnya berbagai teknologi yang sangat dibutuhkan hingga mempengaruhi dinamika kebudayaan manusia sampai zaman moderen ini.

Para pelajar masih sering menganggap bidang ilmu Matematika adalah ilmu yang sangat sulit dan memusingkan karena banyak mengasah otak untuk berfikir, dengan berhitung untuk memecahkan persoalan dalam soal. ditambah lagi dengan ilmu matematika yang dipadupadankan dengan bidang ilmu pengetahuan alam dimana ilmu pengetahuan alam sama sulitnya dengan matematika. pada matematika ilmu yang berhubungan dengan angka karena ilmu hitung menghitung matematika hanya fokus pada perhitungan sedangkan Ilmu Pengetahuan Alam yaitu ilmu yang berhubungan dengan Lingkungan

kehidupan sekitar dan makhluk hidup ,beberapa ada yang melakukan perhitungan angka.

B. Hakikat MIPA

Akronim MIPA adalah Matematika dan IPA, dimana dua keilmuan tersebut digabung untuk mencapai suatu tujuan. Tujuan dari penggabungan ini adalah agar menjadi satu rumpun ilmu dan saling berkaitan hingga dapat menunjang satu sama lain dalam penyajian atau juga dalam pengembangannya. Matematika timbul dari hasil pemikiran manusia yang berusaha menggambarkan konsep-konsep yang belum jelas dengan menggunakan angka-angka. Sedangkan IPA merupakan keilmuan yang berdasarkan pada pengamatan lingkungan sekitar dan hasil dari penelitian atau observasi yang dilakukan terdahulu oleh penemu atau peneliti. Artinya Hakikat MIPA berusaha untuk menyelesaikan masalah-masalah fenomena alam dengan berdasarkan pada perhitungan-perhitungan konsep matematika.

C. Hakikat Pendidikan MIPA

Pendidikan sains bertujuan untuk menciptakan dan mengarahkan para pembelajaran belajar IPA untuk memahami-nya secara multi dimensi dan disiplin, sehingga mampu beradaptasi secara tepat,dan berfikir kritis untuk memecahkan masalah dan mengambil keputusan mengenai bagaimana ilmu pengetahuan dan teknologi harus digunakan dalam mengubah masyarakat (Amien, 1991:34). Ungkapan ini bermaksud menjelaskan bahwa sains harus diajarkan secara benar agar konsep-konsep ataupun informasi yang akan atau sudah diterima oleh peserta didik adalah fakta dan benar adanya.Sesuai dengan definisinya bahwa sains adalah kumpulan pengetahuan yang diperoleh

dengan metode-metode yang berlandaskan observasi, tersusun secara sistematis, yang mana dapat digunakan secara umum dan terbatas pada gejala-gejala alam. (yulipriyanto, 1995)

D. Peran pendidikan MIPA

Peranan pendidikan ilmu MIPA adalah menyiapkan generasi ke depan yang dapat mencari solusi atas masalah secara sistematis dan terencana dengan menjunjung tinggi metode ilmiah. Pembelajaran ilmu ini menggunakan pendekatan proses yang nantinya akan dapat menghasilkan peserta didik berkarakter objektif, berdeteminasi, sanggup berpikir kritis, jujur dan lainnya.

Salah satu peran pendidikan MIPA yaitu mendidik masyarakat agar memiliki sikap ilmiah, sehingga dalam memecahkan suatu masalah dapat dilakukannya tahapan-tahapan yang sistematis, terencana dan juga bertanggung jawab. Sebab pemecahan masalah secara sistematis dan terencana sesuai dengan tahapan metode ilmiah akan dapat memandang suatu kepentingan secara universal, tidak semata-mata hanya untuk memenuhi kepentingan lingkungannya. (dasna, 2012)

E. MIPA Sebagai Tujuan Pendidikan

Menurut Kurikulum 2013 yang disusun oleh Kemendikbud, tujuan pembelajaran matematika terletak pada penekanan dimensi pedagogik modern pada pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik. Beberapa hal yang dilakukan dalam kegiatan pembelajaran matematika agar lebih didapati pemahaman yang mendalam yaitu mengamati, menalar, mencoba, menanya, menyaji, dan mencipta.

Peserta didik diharapkan dapat memenuhi syarat ideal dan memiliki serta menerapkan semua kompetensi tersebut. (Rahmi Fuadil, 2016)

Tujuan dari dikembangkannya pendidikan keterampilan sains dan matematika adalah sebagai wadah dan sarana pendidikan umum untuk peserta didik supaya terbentuk masyarakat yang paham terhadap sains. Sains berperan penting bagi seluruh lapisan kehidupan, oleh karena itu patut dipelajari agar semua rakyat Indonesia mencapai literasi sains, hingga membentuk masyarakat yang melek sains namun tetap berkarakter kebangsaan.

Jika melihat di sekeliling kita, kita dapat menemui banyak produk hasil proses sains dan matematika yang membantu kehidupan kita sehari-hari. Contohnya sabun mandi yang merupakan hasil dari aplikasi kimia terhadap materi koloid. Maka dengan mempelajari dan memahami sains dan matematika, secara luas diharapkan dapat terbuka lebih lebar lagi peluang kerja (penyediaan tenaga) seperti menjadi guru, ilmuwan, dokter, perawat, dsb.

Lebih jauh lagi diungkapkan bahwa pendekatan yang digunakan dalam pendidikan MIPA di zaman ini diletakkan sepenuhnya pada peserta didik. Peran guru pun bertransformasi dari sekadar menentukan "materi yang akan dipelajari" menjadi semacam mentor yang harus berpikir "bagaimana cara memperkaya pengalaman belajar peserta didik". Dan pengalaman belajar ini didapat melalui serangkaian kegiatan mengeksplorasi berbagai fenomena yang ada di lingkungan sekitar melalui interaksi intens dengan teman, lingkungan, dan narasumber lain. Mereka dapat memahami konsep-konsep MIPA dan kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, terampil mengembangkan

pengetahuan, dan ide tentang alam sekitarnya, serta menumbuhkan sikap ingin tahu, tekun, terbuka, kritis, mawas diri, bertanggung jawab, bekerja sama dan mandiri untuk memecahkan berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari.

F. Ciri khusus pendidikan MIPA

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) mempunyai ciri-ciri khusus yang menyebabkan pendidikan MIPA perlu ditangani secara khusus pula. Salah satu cirinya adalah adanya kerja sama antara eksperimen dan teori. Teori dalam MIPA adalah pemodelan matematis terhadap berbagai prinsip dasar yang kebenarannya masih harus diuji dengan eksperimen yang dapat memberikan hasil yang serupa. Pada dasarnya eksperimen selain merupakan suatu proses induktif dalam menemukan prinsip dasar yang baru, juga merupakan suatu proses deduktif bagi pengujian teori baru. Dalam membuat interpretasi dari hasil eksperimen untuk digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan diperlukan penggunaan inferensi statistik. Penerapan berbagai pengertian dan prinsip MIPA dalam taraf sederhana terhadap masalah alamiah seringkali memerlukan keterpaduan berbagai komponen MIPA dengan Matematika dasar sebagai logika penalaran dan penyelesaian kuantitatif Fisika, Kimia, dan Biologi sebagai deskripsi permasalahan yang ada.

A. Pendahuluan

Pendidikan merupakan aspek terpenting dalam suatu kehidupan manusia. Dengan pendidikan, manusia bisa belajar berbagai pengetahuan. Dengan pendidikan juga, manusia dapat mengembangkan fitrahnya selaku manusia yang butuh dididik. Kualitas pendidikan bergantung pada kualitas guru. Sedangkan kualitas guru bergantung pada pemahamannya terhadap pendekatan, komponen, serta bermacam metode pengajaran yang diaplikasikan pada proses pembelajaran. Upaya guru dalam menentukan pendekatan, strategi serta metode dalam pembelajaran memiliki pengaruh yang kuat terhadap keberhasilan siswa dalam mencapai tujuannya. Dilakukannya upaya pengembangan strategi ini didasarkan atas penafsiran bahwa mengajar ialah suatu usaha membimbing siswa dalam melaksanakan aktivitas belajar.

Pendidikan merupakan sebuah usaha dalam rangka membantu peserta didik mengembangkan berbagai potensi yang ada pada dirinya. Potensi tersebut terdiri dari hati, piker, rasa karsa, dan rasa. Pengembangan potensi inilah yang menjadi bekal peserta didik untuk menghadapi kehidupan yang akan datang. Dalam Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional tertulis bahwa tujuan pendidikan Nasional adalah untuk mencapa berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang

Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga Negara Indonesia yang demokratis dan penuh tanggung jawab. Semua hal itu, tentunya tidak dapat terlepas dari proses belajar. Proses belajar ini muncul ketika terjadi hubungan antara individu dengan lingkungannya. Setiap proses pembelajaran wajib mencakup ketiga aspek yang terdiri dari pengetahuan, keterampilan, serta sikap. Ketiga aspek tersebut dikembangkan dalam kurikulum 2013.

Mulai dari tingkat dasar sampai menengah atas, bahwa pelajaran Matematika dan IPA berperan sebagai dasar ilmu lainnya, merupakan ajang berpikir, menganalisis, sistematis hingga konsisten. Matematika dan IPA dengan karakteristik berbagai konsep abstrak sehingga perlu dibuat pembelajaran tidak monoton dan harus menarik berdasarkan situasi siswa. Penggunaan pendekatan pembelajaran agar siswa menjadi aktif dan meningkatkan motivasinya.

B. Pengertian Metode atau Pendekatan

Berbagai ahli telah mengemukakan pendapatnya terkait pengertian metode atau pendekatan. Seperti pendapat dari Wina Sanjaya (2006), metode ialah cara yang digunakan dalam menerapkan sebuah susunan rencana kegiatan guna mencapai keoptimalan tujuan kegiatan. Abdul Gofur (1989) juga berpendapat bahwa metode ialah suatu strategi untuk mewujudkan kegiatan yang efektif, efisien, dan maksimal. Metode sebagai sub-sistem memiliki peranan penting dalam proses pembelajaran. Peran metode sebagai sub-sistem dapat menimbulkan suasana pembelajaran yang aktif, kreatif, dan juga menarik peserta didik untuk serius dalam belajar. Jadi “metode” mengarah pada teknik atau serangkaian langkah.

Sedangkan metode pembelajaran menurut Nana Sudjana ialah proses berlangsungnya pembelajaran yang digunakan pendidik dengan peserta didik. Oleh karena itu, metode pembelajaran yang efektif ialah metode pembelajaran yang dapat mendorong kegiatan belajar (Ariep Hidayat, 2020).

Pendekatan pembelajaran merupakan kegiatan guru yang dilakukan dalam pembelajaran. Karakteristik pendekatan pembelajaran berbeda-beda sesuai dengan tujuan dan fungsi masing-masing pendekatan. Pendekatan pembelajaran sangat mudah. Saat dalam situasi yang mengharuskan menggunakan pendekatan tertentu, maka pemilihan pendekatan sebaiknya disesuaikan dengan materi yang akan diajarkan dalam pembelajaran (Lutvaidah, 2015). Suprayekti (2004:18) berpendapat bahwa pendekatan pembelajaran menggambarkan prosedur untuk tercapainya tujuan kurikulum dan memberikan pedoman kepada guru tentang cara mencapainya. Ahmad Sudrajat (2008) juga berpendapat bahwa pendekatan pembelajaran ialah sebagai sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran di mana cakupannya cukup luas, di dalamnya untuk menginspirasi, memudahkan, memperkuat, dan melatari metode pembelajaran dengan ruang lingkup teoritis tertentu (Djalal, 2017).

C. Pengertian Matematika

Matematika adalah cara yang akan menemukan jawaban dari permasalahan yang dihadapi manusia. Yaitu dengan menggunakan informasi, menggunakan bentuk dan ukuran, menggunakan pengetahuan tentang menghitung, dan yang terpenting adalah melihat dan menggunakan hubungan-hubungan yang ada dalam diri manusia itu sendiri.

Pengertian matematika secara umum dan khusus menurut para ahli. Hudojo (1998) mengatakan matematika merupakan pemikiran abstrak yang diberi simbol-simbol yang tersusun secara hirarkis dan penalarannya tersusun secara deduktif, sehingga belajar matematika itu merupakan kegiatan yang harus memiliki mental yang tinggi. James juga mengatakan bahwa matematika adalah ilmu logika tentang bentuk, susunan, besaran dan konsep-konsep lain yang berhubungan dengan bilangan besar yang terbagi dalam beberapa bidang yaitu alfabet, analisis dan pengukuran jarak. Metode yang digunakan untuk mencari kebenaran dalam ilmu matematika adalah metode deduktif, sedangkan dalam ilmu alam metode yang digunakan adalah metode induktif atau eksperimen.

Matematika adalah ilmu yang membahas pola atau keteraturan dan tingkatan. Dalam hal ini pengajar harus memfasilitaskan peserta didiknya untuk belajar menganalisa secara deduktif. Dalam catatannya Siswono mengumpulkan pengertian matematika yang dibuat oleh para ahli pada tahun 1940-1970 Pengertian matematikanya dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) matematika sebagai ilmu bilangan dan ruang,
- 2) matematika sebagai ilmu tentang besaran (kuantitas),
- 3) matematika sebagai ilmu bilangan, ruang, besaran, dan keluasan,
- 4) matematika sebagai ilmu tentang hubungan (relasi),
- 5) matematika sebagai ilmu bentuk yang abstrak, dan

- 6) matematika sebagai ilmu yang bersifat deduktif. Objek-objek ahli matematikawan juga menjadi penyebab pengertian perbedaan tersebut.

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, baik sebagai alat bantu dalam penerapan-penerapan bidang ilmu lain maupun dalam pengembangan matematika itu sendiri. Di era yang semakin kompetitif saat ini, siswa harus mahir dalam materi matematika dan tidak dapat bernegosiasi dalam proses penalaran dan pengambilan keputusan. Matematika bukanlah ilmu untuk tujuannya sendiri, tetapi ilmu yang berguna untuk sebagian besar ilmu lainnya. Dengan kata lain, matematika memegang peranan yang sangat penting dalam ilmu-ilmu lain, terutama ilmu pengetahuan dan teknologi. (Siagian, 2016)

D. Pengertian Ilmu Sains

Ilmu sains adalah ilmu yang mempelajari fenomena alam berupa fakta, konsep dan hukum yang dibuktikan melalui serangkaian kajian, diharapkan melalui kajian ilmiah siswa dapat memahami fenomena alam. Berdasarkan karakteristiknya, pembelajaran saintifik dapat dilihat dari dua aspek, yaitu pembelajaran saintifik merupakan hasil karya ilmuwan, dan pembelajaran saintifik merupakan proses kerja ilmuwan untuk menghasilkan pengetahuan.

Dalam proses pembelajaran, sains merupakan hasil karya ilmuwan yang diwujudkan dengan memperkenalkan konsep, hukum, teori, dan fakta tentang IPA kepada siswa, tanpa memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperoleh dan mengkonstruksi

konsepnya sendiri. Proses pembelajaran biasanya dilakukan melalui ceramah. Pembelajaran melalui ceramah membuat mahasiswa menjadi objek pasif yang hanya menerima ilmu (Silk dkk., 2009).

Sudut pandang ilmu sebagai ilmuwan adalah untuk menemukan pengetahuan. Dalam proses pembelajaran, siswa menjadi seseorang yang mencari, mengolah, dan menemukan cara di mana pengetahuan itu dihasilkan oleh dirinya sendiri. Siswa yang terlatih dapat mengidentifikasi fakta, memahami persamaan dan perbedaan antara fakta, dan menemukan hubungan antar fakta sehingga siswa dapat mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Siswa dapat menemukan cara untuk menemukan pengetahuan sehingga dapat dengan mudah menerapkan sains dalam pengambilan keputusan (Tara (& Vesterinen, 2015). Pandangan ini sangat sesuai dengan kurikulum 2013 yang menekankan pada penggunaan metode saintifik dalam pembelajaran di sekolah. (Ida Fitriyati, 2017)

Bachtiar, mengatakan pada tahun 2004. Tentunya ilmu yang berkaitan dengan sains tidak terlepas dari usaha para ilmuwan. Hampir seluruh kehidupan manusia menggunakan matematika. Kedua jenis matematika sederhana ini hanya digunakan untuk menghitung satu, dua, tiga atau matematika yang sangat kompleks, seperti perhitungan sebagai sejenisnya. ilmu pengetahuan. Sebagai alat berpikir, matematika mempunyai banyak fungsi yaitu matematika sebagai bahasa dan matematika dari ilmu alam dan ilmu sosial. Karena bahasa matematika adalah bahasa, ia melambangkan sederetan makna dalam rangkaian Pernyataan Simbol matematika adalah artifisial, memiliki makna hanya setelah diberi makna; tanpa simbol matematika,

matematika hanyalah sekumpulan rumus yang tidak valid. Selain penggunaan bahasa, metode dan hal lainnya, penggunaan simbol digital untuk perhitungan dan pengukuran juga dapat lebih jelas mencerminkan kontribusi matematika bagi perkembangan alam.

Matematika dan ilmu pengetahuan alam (MIPA) memiliki ciri khas yang membuat pendidikan MIPA juga mendapat perlakuan khusus. Salah satu cirinya adalah kerjasama antara eksperimen dan teori. Teori dalam MIPA merupakan model matematis dari berbagai prinsip dasar, dan validitasnya masih harus diuji dengan eksperimen yang dapat memberikan hasil yang serupa. Pada dasarnya, eksperimen bukan hanya proses induktif untuk menemukan prinsip-prinsip dasar baru, tetapi juga proses deduktif untuk menguji teori-teori baru. Saat menafsirkan hasil eksperimen untuk membuat keputusan, perlu menggunakan inferensi statistik. Cukup menerapkan berbagai pemahaman dan prinsip matematika dan ilmu alam ke dalam masalah alam biasanya memerlukan pendeskripsian berbagai komponen matematika dan ilmu alam dan matematika dasar sebagai penalaran logis dan solusi kuantitatif untuk fisika, kimia dan biologi. Menggabungkan masalah yang ada, belajar menggabungkan berbagai komponen tidak mengarah pada kemampuan menguasai materi matematika dan IPA. (Utum Rahim, 2012)

E. Metode Pembelajaran MIPA

Metode pembelajaran dapat dikatakan sebagai suatu prosedur teratur, suatu jalan atau cara teratur untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran. Dalam pembelajaran, metode yang dipilih dalam penyampaian materi tidak dapat disamakan. Guru harus memilih dan

menyesuaikannya dengan karakteristik materi. Oleh karena itu, sebelum dilaksanakannya pembelajaran, pengajar harus mempersiapkan diri dengan melakukan penyesuaian metode pembelajaran dengan materi. Bachtiar Rifa'i (dalam Mira Seplitasari: 2013) mengemukakan prinsip yang harus dipertimbangkan ketika menentukan metode pembelajaran yaitu:

1. Asas maju kelanjutan (continous progress) berarti memberi kesempatan bagi siswa untuk belajar berdasarkan kemampuan mereka.
2. Penekanan belajar mandiri, artinya siswa memiliki kebebasan untuk belajar dan mencari materi secara mandiri.
3. Bekerja secara tim, dengan metode ini siswa diharapkan mampu berkolaborasi dalam mengerjakan suatu pekerjaan.
4. Multi disipliner, berarti mendorong siswa untuk belajar dengan berbagai perspektif.
5. Fleksibel, artinya dapat dilaksanakan berdasarkan keadaan dan keperluan.

Kemajuan MIPA memiliki pengaruh terhadap tingkat kemajuan transformasi masyarakat yang erat kaitannya dengan sosial dan ekonomi suatu bangsa.

Pembelajaran MIPA dapat dilakukan dengan berbagai metode. Berikut merupakan contoh metode yang dapat digunakan tenaga pendidik yaitu :

1. Metode Ceramah

Metode ceramah ialah metode yang dalam penyampaian informasinya melalui lisan. Penceramah menyampaikan informasi berupa ucapan melalui lisan kepada pendengar dalam suatu tempat. Penceramah merupakan pusat dari metode ini. Komunikasi terjadi secara searah antara penceramah dan pendengar. Metode ceramah sering digunakan utamanya di bidang non eksakta. Metode ceramah dipilih karena guru menganggap metode ini merupakan metode yang pelaksanaannya paling mudah. Apabila guru telah menguasai bahan ajar dan telah menentukan urutan penyampaian, maka guru tinggal mempresentasikan di hadapan siswa. Dan siswa-siswa menyimak guru berbicara kemudian memahaminya.

2. Metode ekspositori

Metode ekspositori memiliki kemiripan dengan metode ceramah jika dilihat dari penyampaian. Namun pada metode ini, guru tidak berbicara secara berkelanjutan, guru berbicara pada saat memulai pembelajaran, menyampaikan materi serta contoh soal, dan juga hanya pada kondisi yang diperlukan. Selain mendengar dan mencatat, murid juga membuat soal dan diperkenankan bertanya jika ada hal yang tidak diketahuinya. Dengan demikian, guru dapat memeriksa hasil pekerjaan setiap murid serta menjelaskannya lagi kepada mereka secara individual maupun klasikal. Siswa akan belajar lebih aktif dalam metode ekspositori ini dibandingkan dengan metode ceramah. Hasilnya, mereka mampu mengerjakan latihan secara mandiri, maupun sambil berdiskusi dan berkolaborasi dengan teman sebayanya.

3. Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi ini memungkinkan guru untuk fokus pada urutan peristiwa atau cara kerja suatu alat kepada peserta didik. Metode demonstrasi dapat dilaksanakan dengan bermacam cara, mulai dari hanya mengetahui dan diterima begitu saja hingga membantu peserta didik untuk memecahkan masalah.

4. Metode Tanya Jawab

Metode pembelajaran yang cara penyampaian materinya dalam bentuk berbagai pertanyaan yang harus ditanggapi untuk memperoleh hasil yang diinginkan disebut dengan metode tanya jawab. Setiap kegiatan pembelajaran, pada umumnya selalu terdapat tanya jawab. Namun hal ini bukan berarti semua kegiatan pembelajaran dapat dikatakan sebagai metode tanya jawab. Pada metode tanya jawab, sumber pertanyaan dapat berasal dari guru maupun siswa, hal ini juga berlaku untuk jawaban. Jawaban dapat berasal dari guru maupun siswa. Dengan metode ini, siswa akan lebih terlibat dalam pembelajaran. Pertanyaan yang diberikan guru diharapkan dapat meningkatkan keaktifan dan kreativitas siswa. Akibatnya, mereka harus mencari dan memperoleh jawaban yang sesuai dan memuaskan..

5. Metode Penugasan

Metode penugasan merupakan metode di mana guru memberikan serangkaian tugas kepada peserta didik yang harus diselesaikan secara individu maupun tim. Pekerjaan rumah merupakan tugas yang paling umum diberikan dalam pembelajaran matematika yang berarti pengerjaan soal-soal latihan tersebut dilakukan rumah.

Kecuali guru memerintahkan untuk langsung mengerjakannya pada saat jam pelajaran berlangsung, agar peserta didik mempunyai hak untuk bertanya jikalau tidak mengerti akan soal yang diberikan. Sebagai bentuk tanggung jawab siswa, metode tugas mewajibkan adanya pemberian tugas.

6. Metode Eksperimen

Bentuk pembelajaran di mana siswa bekerja secara mandiri maupun kelompok dengan berbagai benda, bahan, dan alat laboratorium disebut dengan metode eksperimen. Untuk memecahkan masalah dalam sebuah eksperimen, selalu terdapat hipotesis yang diuji dan juga variabel yang pengontrolannya dilakukan dengan ketat. Dalam sebuah eksperimen, variabel diuji untuk mengetahui ada tidaknya hubungan mempengaruhi dan dipengaruhi antar variabel satu dengan variabel lain.

F. Pendekatan Pembelajaran MIPA

Pendekatan berarti usaha atau rangka aktivitas penelitian yang berhubungan dengan individu yang diteliti atau metodologi penelitian. Dalam proses pembelajaran, terdapat istilah-istilah yang sulit dibedakan karena memiliki definisi yang hampir sama. Istilah tersebut antara lain yaitu: pendekatan, metode, strategi, taktik, model, dan teknik. Berikut merupakan penjelasan yang lebih rinci mengenai istilah-istilah pembelajaran.

Pendekatan ilmu ini juga memiliki banyak pilihan walaupun tidak sebanyak metode. Di antaranya sebagai pendekatan nilai, lingkungan, dan sejarah. Ada tiga pendekatan utama dalam pembelajaran

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA). Berikut merupakan penjelasan lebih rinci terkait ketiga pendekatan tersebut:

1. Pendekatan Faktual

Pendekatan dengan tujuan memberikan informasi pengetahuan. Contohnya seperti pengklasifikasian Sumber Daya Alam (SDA) menjadi dua kategori yaitu terbarukan dan tidak terbarukan.

2. Pendekatan konseptual

Pendekatan konsep merupakan pendekatan yang dalam proses pembelajaran siswa secara langsung diberikan konsep. Dengan diterapkannya pendekatan ini, maka siswa akan cenderung tidak memiliki kesempatan memahami bagaimana konsep tersebut ditemukan.

3. Pendekatan keterampilan proses

Keterampilan proses terdiri atas keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan dasar termasuk observasi, komunikasi dan lain-lain. Sedangkan keterampilan terintegrasi yaitu mengidentifikasi variable, menyusun table data dan lain-lain.

Selain ketiga pendekatan yang telah disebutkan, berikut ada beberapa pendekatan lain yang dapat digunakan pada pembelajaran MIPA yaitu:

1. Pendekatan Tujuan Pembelajaran

Pendekatan yang mengarahkan pada tercapainya tujuan yang telah direncanakan. Sebenarnya pendekatan ini juga dilakukan guru

saat menyusun perencanaan dengan menggunakan pendekatan lain. Hal ini dapat dilihat dari alasan dalam memilih sebuah pendekatan yaitu untuk tercapainya tujuan pembelajaran. Tercapainya sebuah keberhasilan tujuan merupakan hal yang dituju dalam setiap proses perancangan setiap jenis pendekatan.

2. Pendekatan Pengorganisasian Konsep

D. Ausubel menyatakan bahwa pendekatan pengorganisasian konsep merupakan pendekatan dalam mengajar yang berlandaskan pada teori yang menyatakan bahwa belajar merupakan sebuah proses mental di mana pemikiran kritis, kreatif, serta logis dikembangkan. D. Ausubel juga menyatakan bahwa belajar terjadi pada struktur kognitif yang ada.

Penggunaan pendekatan ini akan mendorong siswa untuk memahami suatu ulasan dengan cara memahami konsep yang terdapat di dalamnya terlebih dahulu. Jadi, fokus utama pada pendekatan ini ialah penguasaan konsep dan sub-konsep oleh peserta didik. Siswa juga diarahkan untuk menguasai konsep dengan berbagai metode yang ada.

3. Pendekatan Lingkungan

Pendekatan lain yang bisa digunakan yaitu pendekatan lingkungan. Pendekatan ini melibatkan lingkungan dalam proses pembelajaran. Lingkungan menjadi sarana belajar bagi peserta didik. Pendekatan lingkungan ini sering digunakan untuk mempelajari materi yang terkait dengan kehidupan sehari-hari (Dimiyati & Mudjiono, 2009).

4. Pendekatan Inkuiri

Pendekatan inkuiri ialah pendekatan di mana dalam proses pembelajaran siswa dan guru mengajukan pertanyaan secara terus

menerus. Dengan pendekatan ini, siswa akan selalu berusaha memecahkan masalah secara mandiri.

Pendekatan inkuiri akan melatih siswa untuk mengendalikan situasi saat berinteraksi dengan dunia fisik yaitu dengan menggunakan teknik yang digunakan oleh para ahli peneliti (Dettrick, G.W., 2001). Pendekatan inkuiri dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu inkuiri terpimpin dan bebas atau inkuiri terbuka. Perbedaannya terdapat pada tujuan kegiatan dan siapa sumber yang mengajukan pertanyaan tersebut.

Berpikir dengan proses inkuiri dalam pembelajaran MIPA dapat tampak pada aktivitas berikut ini::

- a. Mengamati objek atau kejadian tertentu,
- b. Melaporkan hasil observasi,
- c. Menggunakan peralatan ukur yang sesuai,
- d. Mengembangkan kecakapan menggunakan peralatan laboratorium, dan lain-lain.

5. Pendekatan Penemuan (Discovery)

Discovery memberikan siswa kesempatan untuk menemukan secara mandiri sebuah konsep tentang kejadian ilmiah selama pembelajaran berlangsung. Sesuatu yang ditemukan tidak harus yang benar-benar baru. Biasanya guru sudah menentukan terkait materi serta situasi yang dapat membantu proses pemahaman terhadap materi tersebut. Dalam pendekatan ini, siswa akan melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan hal yang akan ditemukannya.

6. Pendekatan Proses

Pendekatan yang mengembangkan kemampuan proses keterampilan mengamati, hipotesa, merencanakan dan lain sebagainya disebut dengan pendekatan proses. Pada kurikulum 1984, pengembangan pendekatan proses mulai dilakukan. Pendekatan inilah yang menuntut keterlibatan peserta didik saat pembelajaran berlangsung.

7. Pendekatan Pemecahan Masalah (Problem Solving Approach)

Awal dari pendekatan pemecahan masalah adalah adanya permasalahan yang cara pemecahannya harus dilakukan melalui praktikum. Terdapat dua macam pendekatan ini. Pertama, peserta didik dapat memperoleh rekomendasi terkait prosedur yang diambil, cara pengumpulan data, penyusunan data, serta penyusunan urutan pertanyaan yang berorientasi pada solusi permasalahan. Kedua, siswa hanya mendapatkan masalah yang harus dipecahkan, siswa harus menemukan cara pemecahannya secara mandiri. Guru hanya berperan sebagai penyedia bahan serta memberi bantuan berupa arahan.

Dengan pendekatan ini, siswa akan memiliki kemampuan menemukan alternatif pemecahkan masalah secara objektif serta mengetahui betul apa yang mereka hadapi. .

8. Pendekatan Terpadu

Menggabungkan berbagai unsur dalam satu pembelajaran merupakan ciri dari pendekatan terpadu. Pada penggabungan ditekankan prinsip keterhubungan antar unsur sehingga harapannya dapat menghasilkan peningkatan wawasan dan pemahaman karena dalam pembelajaran tersebut tidak hanya terdapat satu sudut pandang.

9. Pendekatan Induktif-Deduktif

Gagasan yang menyatakan jika belajar sebenarnya merupakan pengembangan intelektual digunakan sebagai dasar pendekatan induktif-deduktif. Pengembangan tersebut berlangsung dalam dua cara yaitu:

- a. Induktif: Jika teori yang diperoleh menjadi generalisasi dan faktor-faktor empiris. Dalam pendekatan induktif, individu memulai dari teori-teori kecil yang telah diuji berulang kali kemudian beralih menjadi suatu generalisasi.
- b. Deduktif: Teori dibangun dengan landasan logis dan kemudian diuji berulang kali melalui percobaan yang sifatnya ditentukan oleh teori tersebut.

Orang-orang biasa memadukan antara pendekatan induktif dengan pendekatan inkuiri yang selanjutnya biasa disebut dengan pendekatan induktif inkuiri. Pendekatan ini dilakukan untuk mencari suatu kebaruan, "discover" sesuatu yang baru. Suatu kegiatan "discovery" ialah suatu kegiatan atau pelajaran yang memungkinkan siswa untuk menemukan berbagai konsep dan prinsip melalui proses mentalnya sendiri..

10. Pendekatan Open-Ended

Awalnya, guru memberi siswa masalah. Masalah yang harus dipecahkan merupakan masalah yang memiliki sifat terbuka. Kegiatan pembelajaran bertujuan untuk mendorong siswa agar dapat memecahkan masalah menggunakan berbagai cara serta terdapat kemungkinan ada berbagai jawaban yang benar. Dengan demikian, metode ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan intelektual serta pengalaman siswa pada saat berlangsungnya proses menemukan kebaruan.

Pendekatan ini dapat menghadirkan peluang bagi siswa untuk menguji strategi-strategi yang diyakini serta yang sesuai dengan kemampuannya untuk menguraikan permasalahan. Tujuan dari pendekatan ini ialah supaya kemampuan berpikir sains dan matematika siswa dapat tumbuh secara ideal sekaligus kekreatifan dari setiap siswa dapat terkomunikasikan dengan baik. Jadi, pendekatan open-ended ialah kegiatan belajar mengajar yang menciptakan kegiatan interaktif antara MIPA dan peserta didik sehingga memungkinkan peserta didik untuk memecahkan masalah dengan bermacam strategi. Pada pembelajaran ini, bukan hanya mengharapkan peserta didik memperoleh jawaban namun juga lebih menekankan pada proses pencarian suatu jawaban.

A. Pendahuluan

Peserta didik saat ini dituntut untuk memiliki standar kompetensi yang tinggi dan hal ini pun menyebabkan perlu adanya perubahan dalam paradigma pembelajaran, dari educating menjadi learning. Artinya, jika selama ini pembelajaran hanya berpusat pada pengajar sebagai sumber pengetahuan, sekarang pembelajaran dipusatkan pada pengembangan peserta didik secara mandiri. Tenaga pengajar hanya berperan sebagai fasilitator dalam prosesnya. Visi dari paradigma ini adalah untuk mengasah kebiasaan belajar berpikir yang dapat mematangkan pengetahuan secara logika dan rasional, bagaimana memecahkan masalah, cara menjadi mandiri dan membentuk karakter, serta belajar hidup bekerja sama untuk bersikap toleran.

Sains pada dasarnya adalah proses dan produk. Proses sains cara meliputi cara mendapatkan, mengembangkan, mengaplikasikan pengetahuan yang terdiri dari cara kerja, berpikir, memecahkan masalah, dan cara bersikap. Produk sains meliputi fakta, konsep, prinsip, teori dan hukum. Hal inilah yang menyebabkan sains harus direncanakan secara sistematis dan berlandaskan observasi, eksperimane dan induksi. Menurut Mudzakir (dalam Hernani, et al.,2009), dalam menghadapi tantangan industrialisasi dan globalisasi dibutuhkan sumber daya berkualitas di mana pendidikan sains sangat berperan penting untuk mewujudkan hal tersebut.

B. Definisi Literasi Sains

Secara etimologi, literasi sains terbentuk dari kata *literatus* yang artinya melek huruf dan kata *scientia* yang artinya berpengetahuan. Jadi Literasi Sains adalah keahlian dalam memanfaatkan pengetahuan sains untuk mengidentifikasi persoalan serta menyimpulkan dengan landasan bukti-bukti yang ada, dengan tujuan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam membuat keputusan mengenai alam serta perubahan alam yang disebabkan karena kegiatan manusia (OECD, 2003)..

Holbrook dan Rannikmae (2009) mengemukakan dalam jurnalnya yaitu "The Meaning of Science" yang mana mengartikan bahwa Literasi sains yaitu penghargaan pada ilmu pengetahuan dengan cara meningkatkan komponen-komponen belajar dalam diri agar dapat memberi kontribusi terhadap lingkungan sosial. Berdasarkan pernyataan Holbrook dan Rannikmae (2009) literasi sains mempunyai arti luas, bahwasannya setiap kalangan dapat memberikan kontribusi dalam mengartikan literasi sains. Ada dua kelompok utama orang yang mempunyai pandangan tentang Scientific literacy, kelompok pertama yaitu "*Science literacy*" dan kelompok kedua yaitu "*Scientific literacy*". Kelompok pertama atau kelompok "*Science literacy*" memandang bahwa komponen utama dari literasi sains ini adalah pemahaman konten sains atau konsep-konsep dasar sains. Pemahaman kelompok pertama inilah yang paling banyak dipahami oleh guru-guru sains saat ini, baik yang di Indonesia maupun yang di luar negeri. Kelompok kedua yaitu "*Scientific literacy*". Kelompok kedua ini memandang literasi sains sepadan dengan pengembangan *life skills* (Rychen & Salganik 2003) yang mana artinya pandangan yang mengakui perlu adanya

keterampilan bernalar dalam konteks sosial dan juga menekankan bahwa literasi sains diperuntukkan bagi semua orang bukan hanya pada orang yang memilih karir dalam bidang sains atau spesialis dalam bidang sains.

Literasi sains artinya pengetahuan dan pemahaman tentang konsep-konsep serta proses ilmiah yang dibutuhkan individu dalam membuat keputusan, serta partisipasi dan produktivitas ekonomi (Omar, Turim, Daud dan Kasman, 2011). PISA juga memberikan pendapat yang sama bahwa literasi sains ialah kemampuan untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi permasalahan dan menggunakan bukti-bukti yang ada sebagai pertimbangan dalam menarik kesimpulan serta memahami dan membuat keputusan. Literasi sains didefinisikan oleh BAMANJA (1999) di Adolphe, Telima, Arokoyu (2012) sebagai "pengetahuan dan pemahaman tentang peristiwa dan peristiwa di lingkungan". Adolphe, Telima, Arokoyu, (2012) mengkategorikan literasi sains seperti literasi pada umumnya seperti halnya kemampuan menulis dan membaca. Sedangkan literasi digital menurut ilmu melek huruf PISA 2006 (bybee, 2008) dapat ditandai sebagai makhluk terdiri dari empat aspek yang akan diperoleh 1) Menyadari keadaan kehidupan yang mengaitkan sains serta teknologi. Ini merupakan konteks untuk unit evaluasi dan properti; 2) Menguasai dunia alami, termasuk teknologi, berdasarkan pengetahuan ilmiah yang mencakup pengetahuan alam dan pengetahuan tentang pengetahuan itu sendiri; 3) mengenali masalah-masalah ilmiah, menjelaskan fenomena ilmiah dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta ilmiah.

Literasi sains sangat penting dikuasai oleh peserta didik karena berkaitan dengan bagaimana mereka memahami lingkungan hidup,

kesehatan, ekonomi, dan masalah-masalah lain yang dihadapi oleh masyarakat modern yang sangat bergantung terhadap kemajuan IPTEK. Literasi sains menyangkut tiga dimensi yaitu: dimensi konten, dimensi proses, dan dimensi konteks (Yusuf, 2003). Pada Kenyataannya penguasaan literasi sains peserta didik Indonesia masih jauh dari harapan. Rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik dalam bidang IPA terbukti dari hasil survey yang telah dilakukan Programme for Internasional Students Assesment (PISA). Hasil studi PISA tahun 2000 sampai 2012 menunjukkan bahwa tingkat pencapaian literasi sains peserta didik Indonesia masih dalam level rendah atau lebih pada kemampuan menghafal dalam pembelajaran sains. Rendahnya penguasaan sains juga terjadi pada tingkat sekolah. Berdasarkan hasil tes kemampuan awal literasi sains peserta didik pada tingkat sekolah menengah atas, yang dilaksanakan di SMA Negeri 8 Surakarta menggunakan soal literasi sains yang diadopsi dari PISA (2006) menunjukkan bahwa literasi sains dimensi konten memperoleh persentase terendah dengan persentase 5,27% (Yanti, 2014). Rendahnya literasi sains pada dimensi konten peserta didik disebabkan karena pembelajaran yang bersifat hafalan.

Penelitian tentang kursus Literasi cenderung dibagi menjadi dua Kategori Umum: Pengembangan Literasi Dini (Muncul) dan pelatihan literasi formal (Musthafa, 2014). Pengembangan literasi Empergent adalah proses membaca dan menulis secara informal dalam keluarga. Umumnya literasi yang muncul ini karakteristik seperti demonstrasi penulisan membaca, kolaborasi interaktif antara orang tua dan anak-anak, berdasarkan kebutuhan sehari-hari, dan diajarkan sedikit lincah hidup dan kontekstual. Sedangkan literasi formal menunjuk ajaran yang

terjadi dalam berbagai situasi formal dan memiliki Secara spesifik dirancang dengan tujuan tertentu. Berbagai jenis pemahaman literasi yang telah dinyatakan menuntut kita Memahami satu per satu untuk minat benang merah dari rasa melek huruf kita bisa Mengerti dengan mudah. Pada awalnya, melek huruf diartikan sebagai keterampilan membaca dan menulis, tetapi pemahaman hari ini Pada literasi semakin tersebar luas. Pemahaman terakhir tentang makna literasi Termasuk keterampilan membaca, pengertian, dan menghargai berbagai bentuk komunikasi kritis, yang mencakup bahasa lisan, Tulis komunikasi, komunikasi yang terjadi melalui media elektronik atau cetak (Wardana dan Zamzam, 2014).

C. Urgensi Literasi Sains

Pentingnya literasi ilmu sains adalah keterampilan penting dan perlu di era digital saat ini. Pentingnya Ilmu Literasi karena masalah yang berkaitan dengan pengetahuan dan teknologi. Selain itu, literasi sains memberdayakan masyarakat untuk membuat keputusan pribadi dan berpartisipasi dalam perumusan kebijakan publik yang memengaruhi kehidupan mereka Martinez Hernandez, Ikpeze, Kimaru (2015). Literasi sains (scientific literacy) saat ini bisa menjadi ketentuan yang harus dimiliki oleh setiap orang baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam masyarakat. Individu yang beliterasi sains dapat menggunakan informasi ilmiah yang dimilikinya untuk mengatasi masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Mengembangkan keterampilan literasi ilmiah siswa untuk meningkatkan: 1) pengetahuan dan survei sains alami, 2) kosakata lisan dan tertulis diperlukan untuk memahami dan mengomunikasikan ilmu pengetahuan dan, 3) hubungan antara sains, teknologi dan

masyarakat. Dengan demikian, implementasi literasi ilmiah dalam pembelajaran diharapkan bahwa siswa akan memiliki kemampuan, yaitu: a). Memiliki kapasitas dalam hal pengetahuan dan pemahaman tentang konsep-konsep ilmiah dan proses yang diperlukan untuk partisipasi dalam komunitas era digital; b). Kemampuan untuk mencari atau menentukan jawaban atas masalah keingintahuan tentang pengalaman sehari-hari juga memiliki kemampuan untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi fenomena d). Membaca kapasitas dengan memahami artikel tentang sains dan terlibat dalam percakapan sosial; e). dapat mengidentifikasi masalah ilmiah yang mendasari keputusan ilmiah dan teknologi informasi; f). Kemampuan untuk mengevaluasi informasi ilmiah berdasarkan sumber dan metode yang digunakan g). Memiliki kemampuan untuk mengevaluasi argumen berbasis bukti dan menarik kesimpulan dari argumen. Urgensi Literasi Sains Pencapaian literatur ilmiah (sastra ilmiah) adalah salah satu tujuan utama pendidikan ilmiah, selain peningkatan siswa di literasi ilmiah di sekolah, juga telah menjadi tujuan dari kurikulum dan guru ilmiah lebih dari seabad. (Millar, 2008) Berbagai upaya untuk mereformasi pendidikan ilmiah telah banyak dilakukan di berbagai negara. Misalnya, reformasi di negara-negara Amerika menyoroti perkembangan pemahaman yang tepat tentang sains dan literasi ilmu. Dalam dokumen standar Amerika "landmark literasi ilmiah", selain itu Menyebutkan bahwa pemahaman tentang konsep-konsep ilmu fundamental juga memotret sains dan penyelidikan ilmiah sebagai komponen utama literasi ilmiah.

Pentingnya Ilmu Literasi juga menjadi perhatian pemerintah. Instrumen baru memungkinkan untuk melakukan pengamatan dan

eksperimen dalam sains. Di Indonesia sendiri menjadi salah satu masalah rendahnya tingkat pendidikan ilmiah. Meskipun pentingnya literasi ilmiah telah diakui oleh semua pendidik, tidak berarti bahwa literasi ilmiah siswa diedarkan dengan baik. Hal ini didukung oleh data tentang realisasi literasi ilmu pengetahuan siswa Indonesia dalam evaluasi literasi sains PISA. Untuk tiga kali setelah penilaian literasi ilmu pengetahuan sains pada tahun 2006, 2009 dan 2012, realisasi rata-rata skor sains siswa masih dalam kisaran 382-395. Ini berarti bahwa kemampuan literasi ilmiah siswa Indonesia masih rendah dibandingkan dengan kapasitas literasi rata-rata siswa dari siswa dari negara-negara berpartisipasi lainnya (Toharudin, et al., 2011). Mengingat ilmu pengetahuan sebagai perkiraan utama pada tahun 2006, PISA menggunakan enam tingkat keterampilan sains. Level-level ini juga digunakan dalam PISA 2009, 2012 dan 2015. Tingkat kemampuan pada siswa setiap level berbeda, oleh karena itu kemampuan siswa disesuaikan dengan jenis keterampilan yang bisa dijangkau oleh siswa pada tingkat tertentu. Hasil analisis PISA 2012 berdasarkan tingkat kapasitas ini, sebanyak 24,7% siswa Indonesia di bawah level 1, 41,9% berada pada level 1, yaitu 26,3%. Level 2, 6,5% berada pada level 3 dan 0,6% adalah level 4. 8 tidak ada siswa Indonesia yang mampu mencapai level 5 dan level 6 berdasarkan hasil analisis, informasi diperoleh bahwa sebagian besar siswa Indonesia selalu memiliki pengetahuan ilmiah yang terbatas yang hanya dapat diterapkan dalam beberapa situasi. Mereka hanya mampu memberikan penjelasan ilmiah yang jelas dan bukti eksplisit. Dapat dilihat bahwa hanya sedikit siswa yang dapat menjelaskan secara langsung dan untuk membuat interpretasi literal dari hasil survei ilmiah atau teknologi yang terkait

dengan pemecahan masalah. Beberapa faktor mempengaruhi literasi siswa yang rendah. Faktor-faktor ini termasuk faktor pertama, kapasitas rendah untuk literasi ilmu siswa dapat disebabkan oleh kebiasaan belajar sains yang selalu konvensional dan mengabaikan pentingnya membaca dan menulis. Ilmu pengetahuan dalam kompetensi siswa yang harus dimiliki siswa. Kedua, kemampuan siswa untuk menafsirkan bagan / tabel yang disajikan dalam pertanyaan. Siswa digunakan untuk mengisi tabel yang disediakan oleh guru, sehingga kemampuan siswa untuk menafsirkan grafik / tabel juga terbatas. Ketiga, siswa tidak terbiasa melakukan Latihan tes mengenai literasi sains, faktor itulah yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran di sekolah sangat berpengaruh terhadap pencapaian siswa soal tes literasi sains. Faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran di sekolah sangat berpengaruh terhadap pencapaian literasi sains siswa. Selain itu, guru mempunyai peran penting dalam mengembangkan literasi sains siswa dalam proses pembelajaran (Morris & Phillips, 2003)

D. Karakteristik Pelajar Yang Melek Sains

Pada kurikulum 2013, literasi sains tercermin pada isi kompetensi inti dan kompetensi dasar. Ini termasuk harapan dari terselenggaranya pendidikan IPA pada jenjang Sekolah Menengah Pertama. NCES (National Science Education Standards) dalam NRC (1996) menjelaskan bahwa seseorang yang melek sains akan mempunyai pemahaman terhadap enam unsur utama dari literasi sains, yaitu: (1) sains sebagai inkuiri, (2) konten sains, (3) sains dan teknologi, (4) sains dalam perspektif pribadi dan sosial, (5) sejarah dan sifat sains, dan (6) kesatuan konsep dan proses. Untuk penjelasan detailnya,

OECD (2013) telah mendeskripsikan bahwa orang yang melek sains memiliki karakteristik. Karakteristiknya yaitu dalam mengenali permasalahan, orang yang melek sains akan melibatkan pengetahuan sainsnya. Begitu juga pada saat menarik kesimpulan, orang yang melek sains akan melibatkan pengetahuan sainsnya terkait fakta-fakta sebagai pertimbangan dalam membuat keputusan mengenai lingkungan alam serta perubahan sebab aktivitas manusia. Orang yang melek sains akan memiliki kemampuan untuk ikut serta dalam isu-isu yang berhubungan dengan sains maupun gagasan-gagasan sains sebagai cerminan bahwa dirinya merupakan bagian dari masyarakat. (OECD, 2013). Berdasarkan karakteristik yang telah dijelaskan, maka literasi sains penting dimiliki oleh semua warga negara, bukan hanya yang berkeinginan menjadi ilmuwan saja. Roberts (2007) sebagaimana dikutip oleh Millar (2008) juga mendukung pernyataan tersebut, pengajaran yang awalnya hanya dirancang untuk mengajar kepada para calon ilmuwan mengenai berbagai pemahaman tentang sains, kini beralih menjadi pengajaran yang dirancang untuk semua warga negara guna untuk mengembangkan bermacam pemahaman tentang sains. Urgensi lain dari literasi sains yaitu perlunya masyarakat memiliki pemahaman dan penerapan sains di bidang teknologi. Masyarakat yang memiliki pemahaman literasi sains diharapkan mampu menyelesaikan masalah menggunakan konsep-konsep sains, mengenal teknologi sekaligus dampak adanya teknologi bagi sekitar, menggunakan serta memelihara hasil teknologi, menciptakan produk teknologi sederhana dengan kreativitas, dan dapat membuat keputusan dengan pertimbangan nilai. Literasi sains inilah yang menjadikan teknologi berkembang dengan pesat. Hal ini karena teknologi dan sains

merupakan dua hal yang saling berkaitan. Adanya perkembangan teknologi disebabkan karena adanya penemuan sains yang ditemukan melalui literasi sains.

Literasi sains juga mengutamakan keterampilan berpikir dan bertindak secara kritis dan scientific dalam menanggapi isu-isu yang beredar. Literasi sains sangat berhubungan pada pemahaman siswa terhadap lingkungan, kesehatan, ekonomi, sosial modern, dan teknologi. Berdasarkan urgensinya, maka untuk mengetahui tingkat literasi sains dibutuhkan pengukuran. Dari pengukuran tersebut akan mendapatkan hasil terkait tinggi rendahnya tingkat literasi siswa. Hasil yang didapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan dalam membuat sebuah kebijakan. Evaluasi tersebut akan digunakan untuk memperbaiki kualitas pendidikan di Indonesia sehingga memiliki daya saing di tingkat global.

Literasi ilmiah dikembangkan oleh pendidik dengan tujuan untuk meningkatkan: 1) Pengetahuan dan investigasi terhadap ilmu alam, 2) kosakata lisan dan tertulis diperlukan untuk memahami dan mengkomunikasikan ilmu pengetahuan dan, 3) hubungan antara sains, teknologi dan masyarakat. Oleh karena itu, dalam pembelajaran literasi ilmiah, siswa harus memiliki: (a) kemampuan wawasan dan pemahaman tentang konsep dan proses ilmiah yang dibutuhkan untuk ikut serta dalam perusahaan di era modern, (b) Kemampuan untuk menemukan atau mengidentifikasi masalah-masalah keingintahuan masalah yang terkait dengan pengalaman harian, (c) memiliki kapasitas, menjelaskan serta memprediksi fenomena. (d) kemampuan membuat percakapan sosial dengan dilandasi pemahaman artikel tentang sains yang didapat melalui kemampuan membaca, (e)

kemampuan mengidentifikasi masalah ilmiah dan teknologi informasi; (f) memiliki kapasitas untuk menilai informasi ilmiah berdasarkan sumber dan metode yang digunakan; (g) kemampuan membuat kesimpulan serta argumen dan dapat mengevaluasi argument tersebut berdasarkan bukti (Kusuma, 2016).

Literasi sains dapat dibagi menjadi 3 dimensi pengukurannya yaitu konten sains, proses sains, dan konteks aplikasi sains. Konten sains berkaitan dengan konsep-konsep kunci dari sains yang diperlukan untuk memahami fenomena alam serta perubahan alam yang terjadi akibat kegiatan manusia (Suciati, et al., 2013). Pada dimensi ini, dilakukan pengkajian aspek-aspek lingkungan fisik. Sumber pertanyaan dapat berasal dari bermacam jenis bidang ilmu seperti konsep-konsep bidang fisika, biologi, kimia, ilmu bumi dan antariksa. Sedangkan proses sains berkaitan dengan suatu proses mental dalam menjawab pertanyaan dari permasalahan yang muncul, seperti mengidentifikasi dan menginterpretasi bukti serta menjelaskan kesimpulan (Rustaman, 2011). Pada proses sains terdapat kemampuan yang diuji, kemampuan tersebut yaitu; 1) mengenali pertanyaan ilmiah; 2) mengidentifikasi bukti; 3) menarik kesimpulan; 4) mengkomunikasikan kesimpulan; 5) pemahaman konsep ilmiah. Selanjutnya, konteks aplikasi sains berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, serta menerapkan konsep sains dalam memecahkan masalah sehari-hari di segala aspek kehidupan seperti kesehatan, bumi dan lingkungan, serta teknologi (Kusuma, 2016).

Abad ke-21 menuntut pendidikan bersiap untuk siswa yang cakap dihadapkan dengan persaingan ekonomi global. Kemitraan untuk keterampilan abad ke-21 menekankan pembelajaran abad ke-21 harus

mengajar 4 Kompetensi diantaranya adalah komunikasi, kolaborasi, kritik dan kreativitas. Frydenberg & Andone (2011) juga menyatakan pembelajaran tatap muka akan dipelajari di abad ke-21, semua orang harus memiliki keterampilan berpikir kritis, pengetahuan dan kapasitas Literasi Digital, Literasi Informasi, Literasi media dan teknologi informasi utama dan komunikasi pembelajaran di abad ke-21 memiliki perbedaan dengan pembelajaran terdahulu. Di masa lalu, pembelajaran dilakukan tanpa menarik perhatian standar, sementara sekarang membutuhkan standar seperti rujukan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Oleh standar yang telah didefinisikan, guru memiliki pedoman yang didefinisikan pada apa yang diajarkan dan yang ingin dicapai. Kemajuan Teknologi Informasi dan komunikasi telah mengubah gaya hidup manusia, baik di tempat kerja, bersosialisasi, bermain dan belajar. Masukkan kemajuan teknologi abad ke-21 memasuki berbagai sendi kehidupan, tidak ada pengecualian di bidang pendidikan. Guru dan Siswa, Pembicara dan Siswa, Pendidik dan Peserta Didik diharuskan memiliki keterampilan belajar dalam mengajar pada abad ke-21 ini. Sebuah tantangan dan peluang harus dihadapkan dengan siswa dan guru untuk bertahan hidup di dalam latar belakang abad dalam informasi informasi ini (YANA, 2013). Pengembangan pembelajaran abad ke-21, guru harus memulai beberapa langkah, yaitu mengubah model pembelajaran yang sebelumnya terpusat pada guru sekarang berganti menjadi model pembelajaran yang berpusat pada siswa. Model sebelumnya bisa dipahami sebagai model pembelajaran di mana guru banyak yang memberikan kuliah sementara siswa hanya mendengar, mencatat dan menghafal.

E. Komponen Dan Aspek-Aspek Dalam Literasi Sains

Pada Tahun 2000 dan 2003 PISA menetapkan tiga dimensi besar literasi sains dalam pengukurannya, diantaranya :

a) Konten/pengetahuan sains (*Logical Content*)

Aspek konten atau pengetahuan sains (*Logical Substance*) mencakup pemahaman konseptual yang diperlukan dalam penggunaan proses-proses atau situasi nyata mengenai sains dan teknologi. Dimensi dari konten sains dalam studi PISA diartikan sebagai materi atau subjek sains yang dipelajari di sekolah. Konten sains mengacu pada konsep-konsep kunci dari sains, yang dibutuhkan dalam memahami fenomena alam serta perubahan alam akibat kegiatan manusia. PISA juga tidak memberi batasan cakupan konten sains. Jadi, konten sains mencakup pengetahuan yang didapatkan pada kurikulum sekolah maupun sumber sumber lain yang mendukung. Dalam pemilihan konten sains, terdapat kriteria yang harus dipenuhi sebagai berikut:

- 1) Relevan dengan situasi nyata,
- 2) Merupakan pengetahuan penting sehingga penggunaannya berjangka panjang,
- 3) Sesuai untuk tingkat perkembangan anak usia 15 tahun.
Sesuai dengan perkembangan anak usia 15 tahun.

Dengan pertimbangan ketiga kriteria tersebut, maka dipilihlah bidang studi biologi, fisika, kimia serta ilmu pengetahuan bumi dan antariksa karena bidang tersebut dapat digunakan sebagai sarana untuk mengembangkan pemahaman alam dan pemaknaan pengalaman dalam konteks individual, sosial maupun worldwide.

Jika dilihat dari ketiga kriteria tersebut, maka setiap peserta didik harus memiliki kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan kompetensi sains dalam konteks yang dipandang sebagai sistem.

b) Proses Sains/kompetensi

Menurut PISA, pendidikan sains berfungsi untuk mempersiapkan warganegara agar bisa menghadapi masa depan di mana warganegara diharapkan dapat berperan aktif dalam masyarakat yang selalu mengikuti perkembangan sains dan teknologi. Terdapat lima proses sains yang diujikan oleh PISA. Kelima proses tersebut terdiri dari mengenali pertanyaan ilmiah, mengidentifikasi bukti, menarik kesimpulan, mengkomunikasikan kesimpulan, dan menunjukkan pemahaman konsep ilmiah. Oleh karena itu, dalam pendidikan sains, kemampuan pemahaman siswa terkait hakekat sains, prosedur sains, kekuatan sains dan limitasi sains harus dikembangkan.

Proses sains mengacu pada proses mental yang diikuti sertakan ketika menjawab suatu pertanyaan atau dalam memecahkan masalah, seperti mengidentifikasi dan menginterpretasi bukti serta menerangkan kesimpulan (Rustaman et al., 2004). Dalam penilaian literasi sains, PISA (2000) telah menentukan lima komponen proses sains, yaitu:

1. Mengenal pertanyaan ilmiah, yakni pertanyaan yang dapat dibuktikan secara ilmiah. Contohnya seperti dapat mengidentifikasi pertanyaan yang dapat dijawab oleh sains.
2. Mengidentifikasi bukti yang diperlukan dalam penyelidikan ilmiah. Pengidentifikasian bukti dilakukan untuk menjawab

pertanyaan yang sedang diselidiki dalam sebuah penyelidikan sains.

3. Menarik dan mengevaluasi kesimpulan berdasarkan bukti yang ada.
4. Mengkomunikasikan kesimpulan yang valid, yakni mengungkapkan hasil yang didapat secara tepat.
5. Mendemonstrasikan pemahaman terhadap konsep-konsep sains yaitu kemampuan menggunakan konsep-konsep dalam konteks yang berbeda dari apa yang telah dipelajarinya.

Dari hasil akhir proses sains ini, siswa diharapkan dapat mengembangkan konsep sains yang telah dipelajarinya ke dalam konteks yang berbeda. PISA juga berpendapat jika pendidikan sains dilaksanakan untuk membekali masyarakat untuk menghadapi masa depan yang cenderung bergantung pada kemajuan sains dan teknologi. Oleh karena itu, anak perlu meningkatkan pemahaman terkait hakekat sains, prosedur sains, serta kekuatan dan keterbatasan sains, kemampuan untuk menggunakan pengetahuan sains, kemampuan untuk memperoleh pemahaman sains dan kemampuan untuk menginterpretasikan dan mematuhi fakta. Inilah yang menjadi alasan PISA pada tahun 2003 menetapkan ketiga komponen proses sains dalam penilaian literasi sains seperti di bawah ini.

1. Mendiskripsikan, menjelaskan, memprediksi gejala sains.
2. Memahami penyelidikan sains
3. Menginterpretasikan bukti dan kesimpulan sains.

c) Peranan Literasi Sains Dalam Pendidikan

Literasi sains pada siswa umumnya mencolok dengan karya ilmiah, dan tiga dimensi besar lainnya literasi sains yang ditetapkan oleh PISA, yaitu konten sains, proses sains, dan konteks sains. Kriteria penilaian PISA ini biasanya mencakup kemampuan pengetahuan serta kognitif (*knowledge*) dan juga keahlian siswa di bidang Reading, Matematika dan Scientific Literacy (Kemampuan Sains/Literasi sains/melek sains).

Indonesia sendiri memiliki penilaian yang kurang dalam bidang literasi, hal ini bisa terlihat bagaimana sistem pendidikan Indonesia sampai saat ini. Skill membaca orang terlihat sampai saat ini, budaya baca kita begitu rendah. Budaya baca orang Indonesia biasanya hanya kemauan semata atau lebih tepatnya 'memaksa diri' untuk membeli suatu buku tanpa meluangkan waktu untuk membaca buku tersebut. Selanjutnya, pengetahuan saintis siswa dilihat dari kemampuan matematika, karena kemampuan berhitung seseorang sangat berpengaruh pada nilai disiplin. Kemampuan matematika juga akan berpengaruh terhadap logika dan sistematisa berpikir seseorang. Selain matematika ada juga pengetahuan mengenai literasi sains seperti kemampuan problem solving dalam sains, hal ini terkait juga dengan kemampuan membuat riset, karena yang dilakukan mencakup kemampuan pemecahan masalah (problem solving).

Kemampuan riset yang dimiliki oleh setiap siswa berbeda-beda dan perbedaan itulah yang akan sangat berpengaruh pada upaya menciptakan penemuan-penemuan baru yang datang dari dunia pendidikan. Siswa di Indonesia sendiri baru mampu mengingat

pengetahuan ilmiah berdasarkan fakta sederhana yang didapatkan. Sejauh ini tenaga pendidik Indonesia masih belum bisa menerapkan metode problem solving dan keahlian menganalisis terhadap suatu pelajaran serta budaya membaca dan menulis yang masih kurang ditanamkan pada siswa.

Berdasarkan fakta di lapangan; para siswa Indonesia sangat pandai menghafal, tetapi kurang terampil dalam mengaplikasikan dan menganalisis pengetahuan yang dimilikinya. Hal ini yang mungkin berkaitan dengan penggunaan metode hafalan sebagai wahana untuk menguasai ilmu pengetahuan, tetapi bukan kemampuan berpikir. Tampaknya pendidikan sains di Indonesia lebih menekankan pada konsep abstrak serta kurang mengembangkan eksperimen terhadap siswa, padahal semestinya kedua penguasaan ilmu itu harus seimbang secara proporsional (Pusbuk 2003).

Menurut Nur (1995) keterampilan proses merupakan keterampilan yang dibutuhkan untuk menjadi seorang ilmuwan (*scientist*). Antara penguasaan, pengetahuan serta keterampilan proses memiliki keterkaitan satu sama lain, konsep sains dikuasai melalui pengembangan keterampilan proses. Penekanan belajar konsep dengan pendekatan keterampilan proses ditunjukkan untuk tetap memfokuskan pada penguasaan konsep melalui pengembangan jenis keterampilan proses. Dengan begitu hakikat sains sebagai produk dan proses dapat dikembangkan dalam belajar sains menurut Kurikulum. Karena cara penyajian produk dalam buku pelajaran sains tidak cukup. Penyajian materi subyek dengan PKP (Pendekatan Keterampilan Proses) tidak langsung memberikan jawaban atau kesimpulan di dalam buku pelajaran. Siswa harus membangun sendiri kemampuan berpikir,

menemukan serta mengemukakan pendapat sendiri dan mampu merubah sendiri informasi dengan kompleks dan memastikan sendiri informasi baru dengan aturan-aturannya.

A. Pendahuluan

Melalui pendidikan sains, banyak tercipta para ilmuwan dan insinyur yang memiliki peranan penting dalam melaksanakan penelitian-penelitian yang dapat menjawab masalah-masalah masa kini seperti kekurangan energi, penurunan kualitas lingkungan, penurunan kualitas sumber daya alam, penurunan kualitas gizi, dan penurunan kualitas kesehatan serta perubahan iklim (Trefil, 2008). Lebih dari itu, tujuan dari reformasi saat ini adalah untuk meningkatkan literasi sains dan teknologi untuk semua lapisan masyarakat, bukan hanya bagi para ilmuwan dan insinyur di masa depan.

Seiring dengan perkembangan zaman, kini ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat terutama di bidang sains dan pendidikan sains. Pandangan mengenai sains dan teknologi yang menjadi kunci utama dalam pemenuhan kebutuhan di masa modern menjadi landasan perubahan standar pendidikan yang semula berbasis literasi sains menjadi berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*). Setelah itu, kembali terjadi perubahan kerangka standar pendidikan sains yang dinamakan *Next Generation Science Standards* (NGSS) pada April 2013 sebagaimana yang akan menjadi materi dalam pembahasan pada makalah ini.

NGSS dilatarbelakangi oleh permasalahan mengenai perubahan yang terjadi selama 15 tahun setelah standar pendidikan sains dikembangkan. Standar pendidikan sains yang dimaksud adalah *National Science Education Standards* (NSES) (Obrilian, 2019). NGSS

Lead States (2013) menyatakan bahwa standar pendidikan saat ini tidak berhasil mempersiapkan siswa untuk kuliah, karier, dan kewarganegaraan kecuali ditetapkan harapan dan tujuan yang tepat. Sehingga perlu adanya standar pendidikan sains baru yang dapat membangun minat siswa pada STEM (States, 2013).

Berdasarkan masalah yang melatarbelakanginya, maka makalah ini dibuat dengan tujuan memperdalam pemahaman mengenai karangan standar pendidikan pada generasi berikutnya yang dinamakan dengan Next Generation Science Standards (NGSS). Adapun salah satu komitmen yang dimiliki oleh Next Generation Science Standards (NGSS) adalah memperbaharui struktur pendidikan di bidang sains dengan cara mengintegrasikan engineering dan teknologi serta mendorong penggunaan rancangan engineering pada pembelajaran sains di dalam kelas (Ratih, 2017).

B. Pengertian *Next Generation Science Standards* (NGSS)

Next Generation Science Standards (NGSS) adalah suatu standar yang lebih menekankan kemampuan keterampilan dan engineering pada peserta didik. Adapun yang dimaksud dengan standar itu sendiri ialah tujuan belajar yang harus dipahami oleh peserta didik sehingga dapat mengerjakan setiap tingkatan atau level yang ditentukan. Standar bukanlah sebuah kurikulum dan juga tidak mengajarkan pengajar bagaimana cara mengajar, akan tetapi standar digunakan sebagai alat untuk membantu pengajar memahami apa yang diajarkan (Moyer, 2017).

Hal ini berawal dari permasalahan sebelum berubahnya standar pendidikan sains *National Science Education Standards* (NSES). Pada tahun 1994, didirikanlah NSES yang sebelumnya telah berbagai macam perbaikan dalam hal perkembangannya. NSES berperan penting dalam meningkatkan literasi sains dikalangan masyarakat (Council, 1996). Kemudian pada tahun 2013 di Amerika didirikan NGSS oleh sebuah asosiasi *National Research Council, Science Teacher Association National*. Perlu diketahui juga bahwa NGSS merupakan kerangka sains yang memadukan praktik ilmiah dan rekayasa, *disciplinary core ideas*, dan *crosscutting concepts* (States, 2013).

Menurut National Research Council (2011) yang dimaksud dengan *Next Generation Science Standards* (NGSS) adalah suatu kerangka dalam pendidikan sains yang berisi seperangkat pengetahuan (konten) dan keterampilan sains yang diharapkan mampu dikuasai peserta didik secara terintegrasi. *Next Generation Science Standards* (NGSS) diwadahi oleh *National Research Council* (NRC) dan dikembangkan oleh 26 negara bagian Amerika pada *National Academy of Science* tahun 2011.

Next Generation Science Standards (NGSS) dikembangkan oleh pengajar, ilmuan, dan para penemu dalam bidang sains dari berbagai negara yang terfokus pada pengembangan sains seperti perencanaan investigasi pengembangan model, dan perancangan pemecahan masalah. NGSS juga mendorong peserta didik untuk mempelajari proses dalam sains secara mendalam serta mengupas tuntas penelitian (States, 2013). Selain itu, NGSS telah dikembangkan menjadi suatu kerangka pendidikan sains yang lebih efektif diterapkan dalam

pembelajaran sains untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM). Kerangka pendidikan sains tersebut dirancang dengan tujuan untuk mempercepat perkembangan belajar siswa demi pembelajaran yang lebih bermakna dan juga untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam bidang *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (NGSS Lead States, 2013).

Next Generation Science National (NGSS) mencerminkan hubungan interkoneksi antara hakikat sains praktik dan pengalaman belajar pada dunia nyata. NGSS merupakan sebuah *performance expectation* dan bukan sebuah kurikulum. Namun, NGSS ini digunakan sebagai pedoman dalam mengarahkan kurikulum dan pembelajaran pada level lokal. Konsep sains dibangun dengan cara menyeimbangkan antar tingkat level pembelajaran. Selain itu, NGSS juga sejalan dengan CCSS (*Common Core State Standard*) untuk memastikan peserta didik memiliki keterampilan pokok berupa pemahaman, mengkomunikasikannya, dan menggunakan kemampuan matematis untuk mendukung penyelidikan ilmiah dan inkuiri. NGSS dirancang untuk membantu peserta didik agar siap dalam memasuki jenjang selanjutnya, baik itu karir, maupun kehidupan sosial (National Research Council, 2011).

C. Tujuan Next Generation Science Standards (NGSS)

Menurut Bybee (2013) dalam bukunya yang berjudul *Translating The NGSS for Classroom Instruction*, mengemukakan bahwa tujuan dari dirancangnya NGSS yaitu sebagai berikut :

- a. Untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki pengetahuan yang matang mengenai *practice, crosscutting concept, and core idea* pada bidang sains dan *engineer*.
- b. Untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki keterampilan dan pola pikir seperti ilmuwan dan engineer yang bisa diterapkan dalam penyelesaian permasalahan yang berkaitan dengan isu global.
- c. Untuk lebih mengembangkan belajar siswa, dan menetapkan tujuan yang bermakna, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam *Science, Technology, and Mathematics (STEM)*.
- d. NGSS juga digunakan sebagai pedoman untuk mewujudkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik dalam bidang science dan engineering dengan mengintegrasikan 3 dimensi NGSS ke dalam standar, kurikulum, pembelajaran, dan penilaian.

Adapun visi utama dari *Next Generation Science Standard* (NGSS) dalam bentuk *framework* (kerangka) adalah untuk mewujudkan proses pembelajaran siswa secara aktif yang dipadukan dengan *science and engineering practice*, dan mengaplikasikan *crosscutting concept* untuk mendapatkan pemahaman mendalam pada setiap ranah disiplin ilmu (*disciplinary core idea*) (Bybee R. W, 2013).

D. Pengertian *Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM)*

Istilah STEM dipublikasikan oleh *National Science Foundation Amerika Serikat* pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi

pendidikan dalam keempat bidang disiplin, yakni bidang Sains (*Science*), Teknologi (*Technology*), Rekayasa (*Engineering*), dan Matematika (*Mathematics*) untuk dapat mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global dalam bidang IPTEK (Sulaeman, 2018).

STEM adalah sebuah pendekatan dalam bidang Sains, Teknologi, Rekayasa (teknik), dan Matematika yang diintegrasikan dan difokuskan pada pembelajaran berbasis pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, pembelajaran STEM menunjukkan kepada siswa tentang seperti apa penerapan konsep dan prinsip sains, teknologi, teknik, dan matematika yang secara integrasi digunakan dalam proses pengembangan yang memberikan kehidupan bagi manusia.

Adapun komponen-komponen STEM sebagaimana dijelaskan oleh Torlackson (2014) yang dikutip dalam (Mulyani, 2019), yaitu sebagai berikut :

1. **Science**, memberikan pengetahuan kepada peserta didik mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam, yang berkaitan dengan fisika, kimia, dan biologi. Melalui pembelajaran inkuiri ilmiah untuk menghasilkan pengetahuan baru.
2. **Technology**, merupakan modifikasi dari alam untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. Teknologi juga diartikan sebagai keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan.

3. **Engineering (teknik)**, merupakan sebuah pengetahuan untuk mengoperasikan sebuah prosedur dalam penyelesaian suatu masalah.
4. **Mathematics**, adalah ilmu pengetahuan yang menghubungkan besaran, angka, dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis dan tanpa disertai dengan bukti empiris.

Setiap aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Math*) apabila diintegrasikan akan membantu peserta didik menyelesaikan suatu masalah secara lebih komprehensif. Aspek-aspek tersebut apabila diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran, maka akan membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna (Mulyani, 2019).

Menurut (Bybee, 2013) tujuan pendidikan STEM ialah, peserta didik yang melek STEM diharapkan mampu:

1. Mempunyai pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi sebuah pertanyaan dan masalah dalam kehidupannya.
2. Mampu menganalisa dan memaparkan fenomena alam, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti nyata mengenai isu terkait STEM.
3. Memahami ciri-ciri STEM sebagai bentuk pengetahuan yang digagas oleh manusia.
4. Menyadari tentang cara-cara disiplin STEM dalam membuat lingkungan yang berlandaskan material, intelektual, dan kultural.
5. Terlibat dalam kajian permasalahan maupun perkembangan terkait STEM sebagai warga negara yang aktif, peduli, dan reflektif yang berlandaskan gagasan STEM.

Hingga kini, pendidikan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika (STEM) telah menjadi sesuatu yang dianggap penting dalam dunia pendidikan. Namun salah satu bidang STEM yaitu Engineering, telah lama diabaikan di dunia pendidikan, khususnya oleh para pendidik di sekolah. Oleh karena itu, dalam menghadapi tantangan tersebut, maka peningkatan pemaparan bidang engineering dan teknologi mulai dianggap penting. Sehingga, seperti yang dinyatakan dalam (NGSS Lead States, 2013) bahwa perlu adanya standar pendidikan sains baru yang dapat membangun minat siswa pada STEM. Kemudian, berangkat dari permasalahan tersebut terjadilah perubahan standar pendidikan sains dari *National Science Education Standards* (NSES) menjadi *Next Generation Science Standards* (NGSS) yang didirikan pada tahun 2013 di Amerika oleh sebuah asosiasi *National Research Council, Science Teacher Association National*, yang juga merupakan kerangka sains yang memadukan praktik ilmiah dan teknik, *disciplinary core ideas*, dan *crosscutting concepts*.

E. Dimensi *Next Generation Science Standards* (NGSS)

Next Generation Science (NGSS) memiliki tiga dimensi utama, yang meliputi *Disciplinary Core Ideas (DCIs)*, *Science and Engineering Practices (SEPs)*, dan *Crosscutting Concepts (CCs)*. Integritas dari ketiga dimensi ini memberi peserta didik suatu pengetahuan mengenai bagaimana pengetahuan tersebut diperoleh dan dipahami, serta bagaimana pengetahuan tersebut dihubungkan melalui konsep-konsep yang memiliki makna universal diberbagai disiplin ilmu (National Research Council, 2012). Berikut ini merupakan deskripsi dari masing-masing dimensi tersebut, yaitu :

1. *Science and Engineering Practices (SEPs)*

Science and Engineering Practices (SEPs) adalah suatu dimensi yang menggabungkan keterampilan (*skill*) dengan pengetahuan (*knowledge*) dalam melakukan kegiatan penyelidikan ilmiah serta dalam merancang dan membangun suatu sistem. Adapun aspek-aspek yang termasuk ke dalam dimensi *Science and Engineering Practices (SEPs)*, diantaranya yaitu :

Practice	Science	Engineering
1. Membuat pertanyaan (sains) dan menemukan masalah (engineering) (<i>Asking questions and Defining Problems</i>)	Semua peserta didik diberbagai tingkat harus dapat mengemukakan pertanyaan terkait fenomena yang diamati serta membuat kesimpulan berdasarkan investigasi yang telah dilakukan.	Siswa dianjurkan bertanya untuk menjelaskan masalah yang harus diselesaikan dan memperoleh ide atau solusi dari suatu masalah.
2. Mengembangkan dan menggunakan model (<i>Developing and using models</i>)	Model digunakan untuk mewakili sistem atau bagian sistem yang sedang dipelajari, untuk membantu pengembangan pertanyaan dan	Model dapat digunakan dalam menganalisa sistem dan menganalisa catatan yang mungkin terjadi, serta dapat pula

Practice	Science	Engineering
Contoh model : berupa diagram, replika fisik, representasi matematis, analogi, dan simulasi komputer.	penjelasan, memperoleh datayang dapat digunakan untuk membuat prediksi, dan mengkomunikasikan ide ke siswa lainnya.	digunakan untuk menguji performa desain.
3. Merencanakan dan melakukan investigasi	Siswa diberi kesempatan untuk membuat perencanaan, dan melakukan investigasi.	Perencanaan dan investigasi dilakukan untuk mendapatkan data penting dalam menentukan kriteria atau parameter dan menguji desain.
4. Analisis dan interpretasi data	Data yang dikumpulkan harus dipresentasikan dalam bentuk yang dapat mengungkapkan pola dan hubungan, juga menyediakan hasil yang dapat dikomunikasikan ke orang lain.	Membuat keputusan berdasarkan bukti tentang sebuah desain yang akan bekerja, menganalisis desain dengan membuat model dan mengumpulkan data

Practice	Science	Engineering
		bagaimana desain ini bekerja.
5. Menggunakan pola berpikir matematis dan komputasi	Menggunakan matematika untuk menunjukkan variabel-variabel fisis dan hubungannya serta membuat prediksi kuantitatif. Selain itu menerapkan cara berpikir matematis (logika, geometri, dan kalkulus) dalam sains dan engineering.	Engineering membuat analisis desain berbasis matematika yang berguna untuk mengukur desain yang telah dibuat kemudian disesuaikan dengan anggaran.
6. Membangun eksplanasi (sains) dan mendesain solusi (engineering)	Siswa diminta untuk menjelaskan eksplanasi yang telah dibuat serta mengaplikasikan pemahamannya terkait materi tersebut.	Menetapkan batasan dan kriteria untuk kualitas solusi yang diinginkan, mengembangkan rencana desain, membuat dan menguji desain.
7. Terlibat dalam argumen	Menjelaskan fenomena alam yang terjadi dengan pemikiran dan argumen	Mampu menggunakan pemikiran dan

Practice	Science	Engineering
berdasarkan bukti	yang baik yang dilandaskan oleh bukti-bukti yang nyata.	argumen dalam mengidentifikasi solusi dari sebuah permasalahan.
8. Mendapatkan, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi	<p>Ilmu tidak dapat maju apabila ilmuwan tidak dapat mengkomunikasikan temuan-temuan mereka dengan jelas dan persuasif. Begitu pula dengan Engineer, harus dapat mengkomunikasikan kelebihan-kelebihan desainnya dengan jelas agar dapat membuat teknologi baru. Oleh sebab itu, praktik utama sains adalah mengkomunikasikan ide dan hasil penelitian secara lisan, tertulis, baik itu menggunakan tabel, diagram, grafik, persamaan, atau melalui diskusi panjang dengan rekan ilmiah. Selain itu, sains dan engineer memerlukan banyak sumber untuk mendapatkan informasi yang digunakan untuk mengevaluasi kepantasan dan validitas klaim, metoda, dan desain.</p>	

2. *Crosscutting Concepts (CCs)*

Dimensi berikutnya yang menjadi kerangka NGSS adalah *Crosscutting Concept (CCs)*. Jika konsep tersebut dapat membantu menerapkan cara berfikir saintifik dalam sebuah mata pelajaran serta berlaku untuk seluruh mata pelajaran sains

dan engineering, maka konsep tersebut disebut dengan *crosscutting concept* (CCs). CCs konsep akan menyelaraskan pemikiran dari berbagai sudut pandang disiplin ilmu yang berbeda. Adapun tujuan konsep *Crosscutting* yang terdiri dari: *patterns* (pola), *cause and effect* (sebab-akibat), *systems and systems models* (sistem dan sistem model), *energy and matter* (energi dan materi), *structure and function* (Struktur dan fungsi), dan *stability and change* (stabilitas dan perubahan) (National Research Council, 2012).

Dalam kerangka *Crosscutting Concept*, guru akan mengolah kurikulum agar setiap materi dapat berhubungan, sehingga perlu adanya sinkronisasi dengan mata pelajaran lainnya. CCs akan mengintegrasikan berbagai mata pelajaran menjadi kesatuan konsep yang utuh, sehingga peserta didik akan lebih mengeksplorasi dan dapat menghubungkan berbagai disiplin ilmu dengan konteks kehidupan dunia nyata.

Adapun contoh penerapan *Crosscutting concept* dalam materi konservasi energi. Oleh engineer, konservasi energi ini digunakan untuk mendesain mobil yang lebih efisien, sedangkan oleh seorang nutrisisionis digunakan untuk menghitung makanan yang ideal untuk pasien, dan oleh seorang ekologis, konservasi energi ini digunakan untuk menginvestigasi bagaimana energi bergerak disuatu ekosistem. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa *Crosscutting concept* dapat membantu siswa dalam memahami bagaimana saintis dan engineer berpikir dan bagaimana mata pelajaran sains dan engineering memiliki hal yang mirip dalam konsep juga cara berfikir (Santoso, 2019).

Terdapat tujuh kerangka atau konsep ilmiah yang termasuk ke dalam dimensi *Crosscutting Concept* (CCs), diantaranya yaitu sebagai berikut:

a. Pola

Salah satu penggunaan utama pengenalan pola adalah dalam klasifikasi, yang bergantung pada pengamatan yang cermat terhadap persamaan dan perbedaan. Memperhatikan pola merupakan langkah pertama untuk mengorganisasi fenomena dan bertanya saintifik tentang mengapa dan bagaimana pola dapat terjadi. Tipe-tipe pola terdiri dari klasifikasi, persamaan atau perbedaan, distribusi, hubungan diantaranya variabel, perubahan dan kecepatan perubahan. Beberapa alat yang digunakan untuk mencari pola yaitu, grafik, bagan atau skema, peta, dan data statistik.

b. Sebab dan Akibat: Mekanisme dan Eksplanasi

Pola berulang yang terjadi di alam atau peristiwa yang terjadi bersamaan dengan keteraturan adalah petunjuk yang dapat digunakan para ilmuwan untuk mulai mengeksplorasi hubungan sebab akibat. Misalnya, para peneliti menyelidiki mekanisme sebab-akibat dalam gerakan satu objek, reaksi kimia tertentu, perubahan populasi dalam suatu ekosistem masyarakat atau ekosistem.

Pembelajaran argumentasi yang dimulai dari penjelasan siswa sendiri di sekolah menengah dan atas tentang sebab dan akibat ternyata dapat membantu mereka dalam menghargai teori ilmiah standar yang menjelaskan mekanisme sebab akibat dalam sistem yang diteliti. Strategi

pembelajaran ini secara tidak langsung meminta siswa untuk berdebat argumentasi berdasarkan bukti-bukti ketika menghubungkan fenomena yang diamati dengan penyebab tertentu. Misalnya, siswa yang mengeksplorasi mengenai apa penyebab populasi spesies tertentu dapat menyusut maka akan mencari bukti di ekosistem tentang faktor-faktor yang menyebabkan kekurangan makanan, overpredation atau faktor lain di habitat yang terkait dengan kelangsungan hidup spesies tersebut. Selain itu, siswa akan berpikir aktif tentang bagaimana perubahan-perubahan tersebut dapat mempengaruhi penurunan populasi spesies tertentu, dan lain sebagainya.

c. Skala, Proporsisi, dan Kuantitas

Skala, proporsisi, dan kuantitas berhubungan erat dengan ukuran dan relasi matematis. Terkait dengan konsep ini, maka siswa dianggap penting untuk memahami perbedaan mengukur dan mengenali bagaimana perubahan skala, proporsisi, dan kuantitas dalam mempengaruhi fungsi dan struktur suatu sistem.

d. Sistem dan Model Sistem

Model akan sangat berguna dalam memprediksi tingkah laku sistem atau dalam mendiagnosa maslaah, kegagalan, terlepas dari tipe sistem apa yang sedang diuji. Sebuah model sistem yang digunakan untuk mengembangkan penjelasan saintifik atau desain engineering tidak hanya harus bisa menentukan bagian atau subsistem, tetapi juga interaksi diantara satu bagian dengan bagian lainnya.

e. Energi dan Materi: Aliran, Siklus, dan Konservasi

Dengan mengkaji jejak aliran energi dan usaha baik di dalam, di luar, maupun di antara sistem, maka dapat membantu seseorang untuk memahami kemungkinan dan keterbatasan suatu sistem.

f. Struktur dan Fungsi

Eksplorasi hubungan antara struktur dan fungsi dapat dimulai pada kelas awal melalui penyelidikan sistem. Misalnya, anak-anak mengeksplorasi bagaimana bentuk dan stabilitas dikaitkan dengan berbagai struktur (ex : penyangga diagonal jembatan) atau tujuan (ex: hewan yang berbeda mendapatkan makanannya menggunakan bagian tubuh yang berbeda pula). Ketika siswa naik ke kelas dasar, mereka berkembang memahami hubungan struktur dan fungsi mekanis. Untuk siswa sekolah dasar akan berkembang sehingga dapat memeriksa struktur yang lebih kompleks, seperti subsistem tubuh manusia dan mempertimbangkan hubungan bentuk bagian-bagian tersebut dan fungsinya. Kemudian di kelas menengah, siswa mulai memvisualisasikan model dan menerapkan pemahaman mereka tentang struktur dan fungsi yang lebih kompleks. Sifat dan fungsi suatu benda ditentukan oleh bagaimana cara benda tersebut dibentuk.

g. Stabilitas dan Perubahan

Stabilitas diartikan sebagai gangguan kecil yang akan memudar, dalam artian sistem akan tetap berada atau kembali ke kondisi stabil. Stabilitas tersebut dapat mengambil

bentuk yang berbeda-beda, dari yang paling sederhana yaitu keseimbangan statis, seperti tangga yang bersandar pada dinding. Sebaliknya, sistem dengan arus masuk dan arus keluar yang stabil (konstan) dikatakan berada dalam keseimbangan dinamis. Stabilitas dan variabel yang mengatur kecepatan perubahan merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan maupun untuk dipahami, baik itu untuk sebuah sistem buatan maupun sistem alami.

3. Disciplinary Core Ideas (DCIs)

Disciplinary Core Ideas (DCIs) adalah muatan kognitif dari pendidikan atau dengan kata lain materi ilmiah dari pendidikan yang menjadi inti dari dimensi ini (National Research Council, 2012). Berikut ini merupakan empat komponen yang termasuk ke dalam dimensi DCIs, diantaranya yaitu:

a. Physical Sciences

PS 1 : Material and Interactions (Materi dan Interaksi)

PS2: Movement and stability: Strength and interaction
(Gerakan dan stabilitas: Kekuatan dan Interaksi)

PS 2 : *Movement and Stability: Strength and Interaction*
(Gerakan dan Stabilitas: Kekuatan dan Interaksi)

PS 3 : *Energy* (Energi)

PS 4 : *Wave and their application in technology for information transfer* (Gelombang dan aplikasinya dalam teknologi transfer informasi).

b. Life Science

LS1: *From molecule to organism: Structure and process*

(Dari molekul ke organisme: Struktur dan proses)

LS2: *Ecosystem: Interaction, energy and dynamics*

(Ekosistem: Interaksi, energi dan dinamika)

LS3: *Heredity: Inheritance and variation in traits*

(Keturunan: Warisan dan variasi sifat)

LS4: *Biological evolution: Unity and diversity* (Evolusi

biologis: Persatuan dan keanekaragaman)

c. Earth and Space Science

ESS1 : *The place of the earth in the universe*

ESS2 : *Earth system* (Sistem di Bumi)

ESS 3 : *Earth and human activity* (Bumi dan aktivitas manusia)

d. Engineering, Technology, and Application of Science

ETS1 : *Engineering design* (Desain teknik)

ETS 2 : *The link between engineering, technology, science, and society* (Hubungan antara teknik, teknologi, sains, dan masyarakat).

Daftar Pustaka

- Abdullah, Aly & Rahma, Eny. (2004). *Ilmu Alamiah Dasar*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Abdullah, Rahma. (2009). *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Abell, S.K. & Bryan, L.A. (1997). *Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection. Journal of Science Teacher Education*, 8(3):153-166.
- Abruscato, Joseph. (1996). *Teaching Children Science*. United State America: Simon & Schuster Company.
- Ahmad, S. (2012). *Pendekatan dan Metode Pembelajaran Matematika*. Surakarta: Sebelas Maret University.
- Ahmad. (2012). *Pendidikan Sains yang Humanis*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ali, A. (2009). *Ilmu alamiah dasar*. Jakarta: PT. bumi aksara.
- Andi Hakim Nasution. (1982). *Landasan Matematika*. Bogor: Bhratara.
- Anonim. <http://c3nc1.blogspot.com/2012/05/ilmu-kealaman-dasar.htm>
- Anonim. <http://dhila-fair.blogspot.com/2012/04/ipa-dan-teknologi-bagi-kehidupan.html>
- Arsyad, Azhar. (2005). *Media Pembelajaran*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Asmoro, A. (2007). *Filsafat Umum*. Jakarta : Rajagrafindo Persada.
- Austin, L. B. & Shore, B. M. (2010). Using Concept Mapping for Assessment in Physics. *Physics Education*, 30(1), 41-45.
- Azmarita, T., Helmi, H., & Azis, A. (2019). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Luar Kelas Berbasis Kontekstual Untuk Meningkatkan Literasi Sains XI MIPA SMAN 8 Maros*. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika, 15(1).

- Backer & Park, (2011). *Nature of Science: Past, Present, and Future*. Institute of Technology.
- Bahtiar,A. (2011). *Filsafat Ilmu*. Jakarta :Rajawali Press
- Banilower et al, (2011); *Bahan Ajar Untuk Persiapan Guru dalam Mengajar*. Yogyakarta: Gava Media.
- Brainer et al, (2011). *Revising Instruction to Teach Nature of Science*. UI Press. Jakarta.
- Bybee, R.W., (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices, Portsmouth*. NH, Heinmann Publishing, 82–86.
- Byun,W. (2012). *A little of science*. London: Yale University Press
- Cartono. (2007). *Metode dan Pendekatan dalam Pembelajaran Sains*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- Chaerunisa, D.K. (2013). *Pedekatan Sains Teknologi Masyarakat Lingkungan (Stmil), Sikap Terhadap Sains Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Prestasi Belajar*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- Chiapetta, E. L, Fillman, D. A, dan Setha, G. H. (1993). *Do Middle School Life Science Textbooks Provide a Balance of Scientific Literacy Themes?*. *Journal of Research in Science Teaching*. vol. 30, 787-797.
- Dahar, R. W. (1996). *Teori-teori Belajar*. Jakarta. Erlangga.
- Dickinson, V.L., et al. (1997). Innovations in action: Becoming better primary science teachers. *Journal of Science Teacher Educations*, 8(4): 295-311.
- Dimiyati dan Mudjiono. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Division of Behavioral and Social Sciences and Education. (2012). A FRAMEWORK FOR K-12 SCIENCE EDUCATION Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington DC: The National Academies Press.
- Dugger, (2010). *Anticipations of the Future. Asia-Pacific Forum on Science Standards. Science and Children*. Vol 52, No 1.
- Ellul, J. (2010). *Dasar-Dasar Ilmu Sains*. Bandung: Alfabeta.
- Erman Suherman, dkk. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UPI JICA.
- Fajar, Arnie. (2004). *Portofolio Dalam Pembelajaran IPA*. Bandung: Rosa Karya.
- Fikri AF, Anarki Kepatuhan, Suparlan Suhartono. (2008). *Filsafat Ilmu Pengetahuan, Persoalan Eksistensi dan Hakikat Ilmu Pengetahuan*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Firman, H. (2007). *Analisis Literasi Sains Berdasarkan Hasil PISA Nasional*. Jakarta: Paramedika
- George J. M. (1991). *Perkembangan Ilmu, dalam Ilmu dalam Perspektif: Sebuah Kumpulan Karangan Tentang Hakekat Ilmu*. Jakarta: Gramedia
- Gillis, (2013). *Prinsip- prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Putra Bahagia.
- Hariwibowo, dkk. (2009). *Makalah Pembelajaran-Proses: Pendekatan Keterampilan Proses*. Cerpen Lubis Grafura.
- Heller & Heler. (2010). *Problem Solving Labs, in Cooperative Group Problem Solving in Physics*, Research Report, University Minnesota.

- Hidayati. (2006). *Model Problem Solving Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. Kalor dan Perpindahannya pada Siswa MTsN 1 Tanjung Karang (Skripsi)*. FKIP Universitas Lampung.
- Holbrook Jack. (2009). "The Meaning of Scientific Literacy". *International Journal of Environmental & Science Educational*, 4 (3), 144-150.
- <http://rahmahthalib.wordpress.com/2010/04/14/sains-by-rahmah-12/>, diakses 26 april 2013
- <http://www.pengertian-pakar.com/2014/09/pengertian-ilmu-pengetahuan-alam>
- Ihsan, Fuad. (2011). *Dasar-Dasar Kependidikan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Illinois State Board of Education, 2013. *Observation Skill for Effective*. New York: M. C Graw Hill Companies.
- Indiarti, dkk. (2012). *Penerapan Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Sains*. Surakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Jamal, F. (2010). Sains Dan Teknologi Dalam Al-Qur'an Dan Implikasinya Dalam Pembelajaran. *Ta'dib*.15(1): 121-142.
- Jonassen, D., Mateycik, F., & Rebello, N.S. (2010). Students' Rating of Problem Similarity as a Measure of Problem Solving Expertise. *Proceedings of the 2010 Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*.
- Juanda, A. (2014). Integrasi Ilmu Alam (Sains) Dan Agama Berbasis Kurikulum Grass Roots di Perguruan Tinggi Islam. *Scientiae Educatia*; 3(1): 79-88

- Karso, dkk. (1993). *Materi Pokok Dasar-Dasar Pendidikan MIPA*. Jakarta: Universitas Terbuka, Depdikbud.
- Karso, dkk. (1994). *Dasar-Dasar Pendidikan MIPA*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Liliasari. (2011). *Membangun masyarakat Melek Sains Berkarakter Bangsa Melalui Pembelajaran*. Makalah Seminar Nasional Pendidikan IPA 2011 Unnes.
- Lukum, A., & Si, M. (2015). Sains untuk Semua. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru besar Tetap dalam Bidang manajemen Pendidikan IPA pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, disampaikan di Hadapan Rapat Senat Terbuka Universitas Gorontalo pada, 13*.
- Margono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Marsetio, Donosepoetro. (1990). *Administrasi Pendidikan*. Semarang: CV. Toha Putra.
- Marta, Febrian Andi. (2010). *Analisis Literasi Sains Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA Terpadu pada Tema Efek Rumah Kaca*. Tesis Jurusan Pendidikan FMIPA UPI Bandung: Tidak Diterbitkan.
- Murtono. (2005). *Filsafat Sains*. Yogyakarta: Kanisius
- National Academic of Sciences. 1996. *National Science Education Standards Academy of Sciences*. Washington DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States, (2013). *Perencanaan Pembelajaran : Mengembangkan standar kompetensi Guru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Nilam, bunga. (2013). *Pendekatan STM (Sains, Teknologi, Masyarakat)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia

- Nofiana, M. (2017). *Profil kemampuan literasi sains siswa smp di kota purwokerto ditinjau dari aspek konten, proses, dan konteks sains. JSSH (Jurnal Sains Sosial dan Humaniora), 1(2), 77-84.*
- Nokes, M.C. (1949). *Science in Education*. London: Macdonald. OECD. 2003. Literacy Skills for the World of Tomorrow – Further Results from PISA 2003. [Online]. Tersedia: <http://www.oecd.org/>.
- Nurhayati. (2011). *Strategi Penerapan Sains*. Makasar: Badan Penerbit Universitas makasar.
- OECD-PISA. (2006). *Science competencies for tomorrow's world 1*. USA: OECD-PISA.
- Permanasari, A. (2014). *Memperkokoh MIPA dan Teknologi melalui Pendidikan MIPA*. In *Prosiding Seminar Nasional MIPA*.
- Pikhomiriv. (2000). *A Method of Computerized Assesment in Introductory Physics*. Europe Journal Physics. United Kingdom.
- Poedjiadi, A. (2005). *Sains Teknologi Masyarakat*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya.
- Purnama, H. (1997). *Ilmu Alaniah Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Purnama, Heri. (2008). *Ilmu Alamiah Dasar*, Jakarta, Renika Cipta.
- Purwoto. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Raftri, Safitri, Yosita. (2006). *Pendekatan sains teknologi masyarakat untuk pengembangan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Rahayu, S. (2015). *Meningkatkan Profesionalisme Guru Dalam Mewujudkan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Kimia/Ipa Berkonteks Isu-Isu Sosiosaintifik (Socioscientific*

- Issues*). Semnas Pendidikan Kimia & Sains Kimia di Fakultas Pendidikan MIPA FKIP Universitas Negeri Cendana.
- Reiser, (2013). *Managing Environment Pollution*. New York Routledge.
- Revklin, (2012). *Panduan penyusunan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Jakarta: PT Elx Media Komputindo.
- Ribelen, (2013). *Teaching Science Trough Discovery*. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Riski, R. (2012). *Pendekatan Strategi Metode Pembelajaran IPA*. Malang: Brawijaya University
- Rohmi, P. (2017). *Peningkatan Domain Kompetensi dan Pengetahuan Siswa melalui Penerapan Levels of Inquiry dalam Pembelajaran IPA Terpadu*. *EDUSAINS*, 9(1).
- Rustaman, N. Y. (2017). *Mewujudkan Sistem Pembelajaran Sains/Biologi Berorientasi Pengembangan Literasi Peserta Didik*. Prosiding Seminar Nasional Iii Tahun 2017, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sanders, (2009). *Nature of Science and Science Content Learning The Relation Between Students Nature of Science Understanding AND Their Learning about The Concept of Energy*. Sci & Edu.
- Santi, Yuniarti. (2006). *Ilmu Alamaiah Dasar*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Selcuk et al. (2008). The Effects of Problem Solving Instruction on Physics Achievement, Problem Solving Performance and Strategy Use. *Latin American Journal Physics Education* volume 2 No. 3 September 2008.

- Shen B. (1975). *Science literacy and the public understanding of science*, In S.B Day (Ed.), *Communication of scientific Information*, Basel: Karger, AG.
- Silaban, S. (2017). *Dasar-Dasar Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Medan: Harapan Cerdas Publisher
- Solaz-Portolés, J.J., dan Lopez, V.S. (2007). Cognitive Variables in Science Problem Solving: A Review of Research. *Journal Of Physics Teacher Education (JPTEO)*. 4(2). 11
- Suastra, I.W. (2009). *Pembelajaran Sains Terkini: Mendekatkan Siswa dengan. Lingkungan Alamiah dan Sosial Budayanya*. Lampung: Universitas Lampung
- Sudjana. (2013). *Pendidikan Luar Sekolah*. Bandung: Falah Prodastiwa
- Sujono. (1988). *Pengajaran Matematika untuk Sekolah Menengah*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Dikti Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan
- Sumardiyono. (2004). *Karakteristik Matematika dan Implikasinya terhadap Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Depdiknas
- Susanto.A. (2014). *filsafat ilmu*. Jakarta :Bumi Aksara
- Sutrisman dan G. Tambunan. (1987). *Pengajaran Matematika*. Jakarta: Karunika Universitas Terbuka.
- Syaorih, S. (1997). *Ensiklopedi Eksperimen Sains Listrik dan Magnet*. Bandung: PT.Kiblat Buku Utama
- Wenning J Carl. (2007). "Assessing Inquiry Skills As A Component of Scientific Lietracy". *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4 (2), 91-100

- Widyatiningtyas, R. (2006). *Pembentukan Pengetahuan Sains, Teknologi, dan Masyarakat dalam Pandangan Pendidikan IPA*.
- Widyatiningtyas, R. (2008). *Pembentukan Pengetahuan Sains, Teknologi, dan Masyarakat dalam Pandangan Pendidikan IPA*. Educare.
- Winata, A., Cacik, S., & Widiyanti, I. S. R. (2018). *Kemampuan Awal Literasi Sains Peserta Didik Kelas V Sdn Sidorejo I Tuban Pada Materi Daur Air*. JTIEE, 2(1).

Biografi Penulis



Kartimi lahir pada tanggal 14 Mei 1968 di Cirebon, merupakan anak bungsu dari enam bersaudara dari pasangan Ibu Sutri (alm) dan Bpk. Kartawi (alm). Pada tanggal 3 April 1993 menikah dengan M. Suherman, S.E, putra dari pasangan Ibu Hj. Tutin Hartati (alm) dan Bpk. Drs. Sunardi (alm) dan dikaruniai seorang putri bernama Avista Candra Dewi Suherman, ST, MT, lulusan Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang dan Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan Institut Teknologi Bandung (SAPPK-ITB).

Pendidikan dasar dimulai di SDN Rahayu Sumber Kab.Cirebon (1976-1982), SMPN 1 Sumber Kab. Cirebon (1982-1985), dan SMAN 1 Kota Cirebon (1985-1988).

Kesempatan memperoleh pendidikan di Perguruan Tinggi diawali pada tahun 1988 di Universitas Pasundan Bandung, mengambil jurusan Teknologi Pangan. Pada tahun 1989 diterima di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada jurusan Pendidikan Kimia Program D3 dan lulus tahun 1992. Melanjutkan ke jenjang S-1 program studi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung tahun 1999 melalui program Pendidikan Guru Sekolah Menengah (PGSM) dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada tahun 2000. Pada tahun 2001 melanjutkan ke jenjang S2 di UPI pada program studi Pendidikan Kimia Sekolah Lanjutan, dan memperoleh gelar Magister Pendidikan pada tahun 2004. Setelah menyelesaikan S2 selanjutnya mengikuti

pendidikan S3 di UPI pada tahun 2010 pada program studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam dan lulus pada bulan Januari 2013.

Jenjang karir sebagai Pegawai Negeri Sipil diawali sejak 1 Januari 1993 sebagai guru diperbantukan (dpk) pada SMA PGRI 1 Curup, Kabupaten Rejang Lebong, Provinsi Bengkulu sampai tahun 1995. Mutasi pindah tugas mengajar ke Cirebon sebagai guru dpk di SMA Widya Utama tahun 1995 sampai tahun 2005. Sejak tahun 2005 mutasi pindah tugas sebagai dosen Kimia pada jurusan Tadris IPA Biologi IAIN Syekh Nurjati Cirebon (dahulu STAIN Cirebon) sampai saat ini.

Pengalaman jabatan diantaranya sebagai Kepala Pusat Laboratorium STAIN Cirebon (2006-2011) dan sejak 31 Maret 2011 bertugas sebagai Ketua Jurusan Tadris IPA Biologi IAIN Syekh Nurjati Cirebon sampai tahun 2019 dan selanjutnya ditugaskan sebagai Kepala Lembaga Penjaminan Mutu (LPM). Sejak bulan Oktober 2020 sampai saat ini bertugas sebagai Wakil Rektor II IAIN Syekh Nurjati Cirebon.

Kegiatan seminar/workshop internasional yang pernah diikuti, antara lain sebagai peserta di Seminar Internasional Annual International Conference on Islamic Studies (Surabaya, 2012), sebagai Pemakalah di Seminar Internasional Research and Evaluation to develop Educational Quality (Kasetsart University Bangkok, Thailand, 2011), seminar internasional Curriculum Development of Science Education in 21st century (Indonesia University of Education, Bandung, 2010), dan Workshop International in Science Education "Improving Science Teacher Professionalism through Innovative Research Result" (Indonesia University of Education, Bandung, 2010).

Seminar Nasional yang pernah diikuti diantaranya adalah sebagai Pemakalah pada Seminar Nasional Pendidikan Sains "Perkembangan Penelitian Sains dan Pendidikan Sains Menuju Kemandirian Bangsa Indonesia" ISSN: 2089-5828 (UNS, 2012), Seminar Nasional Pendidikan Sains "Intergrasi Pendidikan Karakter dalam Pendidikan Sains" (UNESA Surabaya, 2011), Seminar Nasional MIPA dan Pendidikan MIPA FMIPA UNP "Integrasi Pendidikan Berkarakter dalam Kurikulum MIPA dan Pendidikan MIPA" (UNP Padang, 2011), Seminar Nasional Pendidikan IPA "Trend Evaluasi Pembelajaran IPA Masa Kini dan Masa Depan (UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2011), Seminar nasional Pendidikan IPA "Membangun Profesionalisme Guru IPA Melalui Penyelenggaraan Pendidikan Profesi Guru (UNNES Semarang, 2010), Workshop Pelatihan Penulisan Modul Praktikum (IAIN Syekh Nurjati Cirebon, 2010), Pelatihan Lesson Study online untuk guru-guru SMP di JawaBarat (UPI, Bandung, 2009). Seminar Current Issues on Research and Teaching in Science Education (Bandung, 2008), Peningkatan Profesionalisme Guru melalui PTK (IAIN Syekh Nurjati Cirebon, 2008).

Karya ilmiah yang pernah dihasilkan diantaranya adalah menulis di jurnal Al-Tarbiyah Vol.XXIV Januari 2011 (Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis Pada Konsep Termokimia), jurnal Pendidikan MIPA Unila Vol. 13, Nomor 1, April 2012 (Pengembangan alat Ukur Berpikir Kritis Pada konsep Senyawa Hidrokarbon Untuk Siswa SMA di Kabupaten Kuningan), Jurnal Pendidikan IPA Indonesia UNNES Vol. 1, Nomor 1 ISSN : 2089-4392, tahun 2012 (Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis Pada Konsep Termokimia Untuk Siswa SMA Peringkat Atas dan Menengah), Proceeding Seminar Nasional IPA III UNNES ISBN: 978-

602-99075-2-0 (Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis Pada Konsep Hidrokarbon Untuk Siswa SMA), Proceeding Seminar Nasional FMIPA UNNESA ISBN:978-979-028-480-7 (Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis Pada Konsep Termokimia Untuk Siswa SMA Peringkat Atas dan Menengah), Proceeding Seminar Nasional MIPA dan Pendidikan MIPA UNP ISSN: 978-602-19877-0-4 (Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis Pada Konsep Termokimia Untuk Siswa SMA), serta menulis buku Panduan Praktikum Kimia Dasar, Kimia Organik, dan Biokimia (Puslab, IAIN Syekh Nurjati Cirebon, Tahun 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012). Penelitian yang pernah dihasilkan diantaranya adalah Penerapan TQM untuk meningkatkan Mutu Kelembagaan di Fakultas Tarbiyah STAIN Cirebon (2007) dan Pemberdayaan Masyarakat Desa Mertasinga Melalui Pembuatan Kripik Bonggol Pisang (2008).

Natural science atau dikenal dengan sains merupakan kajian ilmu mengenai fenomena yang dihasilkan oleh alam, terutama bumi dengan metode observasi yang sistematis. Pendidikan sains adalah proses memahami ilmu secara multi dimensi sehingga beradaptasi melalui kegiatan berpikir kritis terhadap masalah yang muncul terkait perkembangan alam.

Peranan pendidikan sains sangat berarti bagi perkembangan zaman untuk mempersiapkan masa depan yang semakin dipengaruhi kemajuan teknologi. Kemajuan di masa modern sebagai dasar munculnya revolusi pendidikan. Landasan pendidikan sains berpotensi memiliki peran strategis untuk menciptakan sumber daya manusia yang mampu menghadapi tantangan industrialisasi dan globalisasi. Pembahasan lanjut mengenai landasan pendidikan sains telah disusun dalam buku ini yang terdiri dari 15 bab. Buku ini hadir sebagai sumber bacaan dalam mempelajari landasan pendidikan sains dan peranannya dalam kemajuan zaman.



ZENIUS
PUBLISHER

Jl. Gentong Desa Waruroyom Kecamatan Depok
Kabupaten Cirebon, Kodepos 45653
email: zenius955@gmail.com
web: zeniuspublisher.com

ISBN 978-623-96874-6-5

